

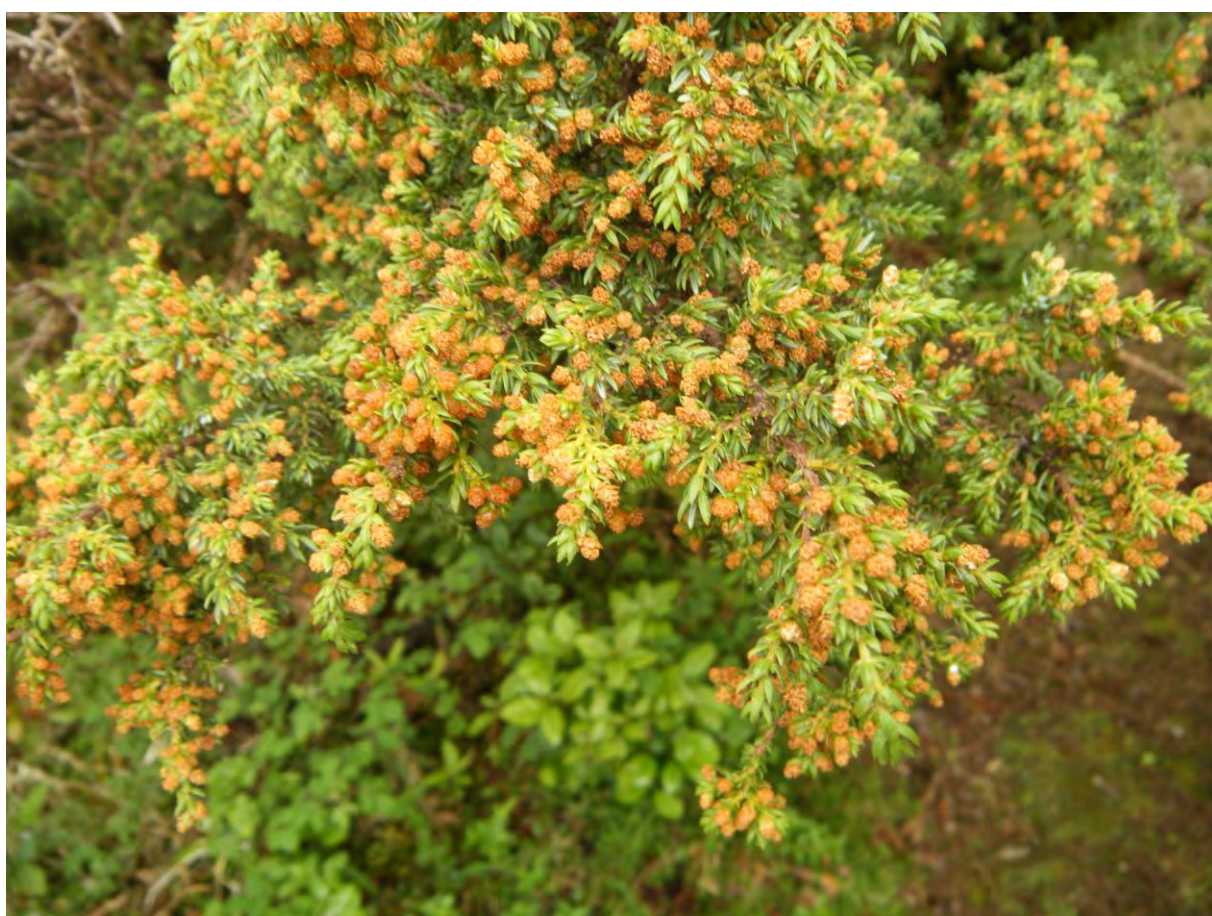


**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA  
TÉCNICA FORESTAL**



**CARTOGRAFÍA Y ESTADO DASOMÉTRICO DE *JUNIPERUS  
BREVIFOLIA* (SEUB.) ANTONIE EN LA ZONA DE ESPECIAL  
PROTECCIÓN PARA LAS AVES PICO DA VARA / RIBEIRA DO  
GUILHERME, AZORES, PORTUGAL**



Lourdes Pérez Peñil

**TUTORES**

Valentín  
Gómez Sanz

Silvia  
Merino de Miguel

ENERO 2014





*A mis padres y abuelos.*





## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría agradecer a mis tutores Valentín Gómez y Silvia Merino por la confianza puesta en mí, por su paciencia y disponibilidad así como por el incentivo y acompañamiento prestado durante este tiempo.

Agradezco a la Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA) por abrir las puertas, por poner a mi disposición todos los medios necesarios. En especial, a Joaquim Teodósio por la confianza que ha depositado en mí.

A la cátedra de Física y cátedra de Dasometría de la E.U.I.T. Forestal, por su disposición y ayuda prestada.

A la Universidade dos Açores, en especial a Artur Gil por compartir sus conocimientos.

A todas las personas que me han acompañado durante los trabajos de campo, gracias por la compañía, por el tiempo dedicado y por su ayuda incondicional. No habría sido posible sin vosotros, gracias a Rui, Yaiza, Filipe, Jokin, Ruben, Ana, Andreia e Izzy.

A mis amigos, por estar a mi lado en todo momento.

A mis padres, abuelos y hermano, les agradezco todo el esfuerzo y sacrificio que durante los años de carrera han realizado. Este trabajo es por ellos y para ellos.

A Rui, por las palabras de ánimo y apoyo.

Muchas gracias a todos.



## **ÍNDICE**

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. MARCO DE ESTUDIO .....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	6
1.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	7
<b>CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>9</b>
2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	11
2.1. INTRODUCCIÓN .....	11
2.2. ESTADO LEGAL .....	12
2.3. ESTADO NATURAL .....	18
2.4. ESTADO SOCIOECONOMICO .....	35
2.5. RIESGOS Y AMENAZAS .....	38
2.6. ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	39
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	43
3.1. MATERIALES .....	43
3.2. MÉTODO .....	44
3.2.1. FOTOINTERPRETACIÓN .....	44
3.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS FORMACIONES DE <i>JUNIPERUS</i> PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	46
3.2.3. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL MEDIANTE ESTUDIO DASOMÉTRICO .....	46
3.2.3.1. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES .....	47
3.2.3.2. METODOLOGÍA DE INVENTARIO .....	48
3.2.3.3. MEDICIÓN Y CÁLCULO DE VARIABLES .....	49
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
4. RESULTADOS .....	57
4.1. CARTOGRAFIA DEL AREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE .....	57
4.2. DESCRIPCIÓN Y DASOMETRÍA DE LAS UNIDADES MUESTRALES .....	60
4.2.1. PLANALTO DOS GRAMINHAIS .....	60
4.2.2. ZONAS ALTAS O DE CUMBRE .....	66
4.2.3. SERRA DA TRONQUEIRA .....	83
4.2.4. MALHADA .....	93
4.2.5. BARDINHO .....	100

<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	<b>105</b>
5. DISCUSIÓN	107
5.1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN	107
5.2. ESTADO DASOMÉTRICO	118
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES</b>	<b>139</b>
6. CONCLUSIONES	141
<b>CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>143</b>
<b>CAPITULO VIII: APÉNDICE</b>	<b>153</b>
<b>CAPÍTULO IX: ANEXOS</b>	<b>159</b>
I.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	161
I.2 USOS Y APROVECHAMIENTOS	161
I.3 COROLOGÍA DE LA ESPECIE	162
I.4 OTROS ASPECTOS SOBRE LA ECOLOGÍA DE LA ESPECIE	162
I.5 ESTADO DE CONSERVACIÓN / FIGURAS DE PROTECCIÓN	164
II.1 SUPERFICIE FORESTAL DE LA ZEPa PICO DA VARA/RIBEIRA DO GUILHERME	169
II.2 ÁREAS PROTEGIDAS INCLUIDAS EN LA ZEPa PICO DA VARA/RIBEIRA DO GUILHERME	171
II.3 MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE JUNIPERUS BREVIFOLIA EN LA ZEPa PICO DA VARA/RIBEIRA DO GUILHERME	173
II.4 LOCALIZACIÓN DE LAS PARCELAS EN LA ZEPa PICO DA VARA/RIBEIRA DO GUILHERME	175
III.1 TABLAS DE PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA, RADIACIÓN SOLAR Y VELOCIDAD DEL VIENTO POR UNIDAD MUESTRAL	179
III.2 TABLAS DE LA CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN.	181
III.3 AJUSTE DE REGRESIÓN	182
IV.1 PORTE DE LA ESPECIE	183
IV.2 PARCELAS	185
IV.3 UNIDADES MUESTRALES	190

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 Mapa de distribución de <i>Juniperus brevifolia</i> en la isla de São Miguel. Los puntos verdes son las poblaciones actuales. Fuente: Distribuição das principais manchas florestais. Açores e Madeira. Editorial Público. ....	11
Figura 2 División administrativa por términos municipales de los concejos de Povoação y Nordeste. La línea roja marca el contorno de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. ....	12
Figura 3 Límites de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme sobre el mapa topográfico .....	13
Figura 4 Senderos incluidos en la ZEPA Pico da Vara/Ribeira do Guilherme. ...	17
Figura 5 Localización del área de estudio en la isla de São Miguel, Azores. ....	18
Figura 6 Posición geográfica de los vértices geodésicos existentes en área de estudio.....	18
Figura 7 Red viaria de la zona oriental de la isla de São Miguel.....	19
Figura 8 Modelo digital de elevaciones de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. Elaboración propia a partir de la cartografía vectorial suministrada por la SRRN. ....	20
Figura 9 Mapa de pendientes (%) de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. Elaboración propia a partir de la cartografía vectorial suministrada por la SRRN. ....	20
Figura 10 Mapa de orientaciones de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. Elaboración propia a partir de la cartografía vectorial suministrada por la SRRN. ....	21
Figura 11 Red Hidrográfica y división de las cuencas incluidas en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. ....	22
Figura 12 Representación espacial de la Temperatura media mensual (°C) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3. ....	25
Figura 13 Representación espacial de la Precipitación anual en (mm/año) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO.. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3. ....	26
Figura 14 Representación espacial de la radiación solar (Mj/m <sup>2</sup> /año) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3. ....	27
Figura 15 Representación espacial de la velocidad media del viento (km/h) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3. ....	28

Figura 16 Representación espacial de la humedad relativa (%) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO.. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3. ....	29
Figura 17 Climodiagrama de la ZEPA Pico da Vara Ribeira do Guilherme. Fuente: Manrique y Sarmiento. Programa Wclimoal. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. ....	30
Figura 18 Complejos volcánicos de la isla de São Miguel. Fuente: Adaptado de Forjaz, (1984). Extraído del documento Plano de gestão de recursos hídricos da ilha de São Miguel, caracterização e diagnostico da situação de referência. Volume 2. Servicio Regional dos Recursos Naturais (SRRN). ....	31
Figura 19 Esbozo de los tipos de suelo presentes en la isla de São Miguel. Fuente: Adaptado de Ricardo <i>et al.</i> (1977). Extraído del documento Plano de gestão de recursos hídricos da ilha de São Miguel, caracterização e diagnostico da situação de referência. Volume 2. Servicio Regional dos Recursos Naturais (SRRN). ....	32
Figura 20 Vegetación natural en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. ....	40
Figura 21 Representación de una parcela de 10x10 metros con las coordenadas de uno de sus individuos. Unidades en metros. ....	50
Figura 22 Situación geográfica de las poblaciones de <i>Juniperus brevifolia</i> en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. ....	58
Figura 23 Situación geográfica de las poblaciones de <i>Juniperus brevifolia</i> en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. En la tabla 15 se encuentra una breve descripción de los polígonos presentes en esta figura. ....	59
Figura 24 Climodiagrama de la unidad muestral de Graminhais. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. ....	60
Figura 25 Distribución espacial de las copas en la parcela 10 de dimensiones 10 x 10 metros, localizada en la unidad muestral de Graminhais. ....	63
Figura 26 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 10. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Juniperus brevifolia</i> ; y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). ....	64
Figura 27 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 10. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Juniperus brevifolia</i> ; y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). ....	64
Figura 28 Climodiagrama de la unidad muestral de Graminhais. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. ....	66

Figura 29 Distribución espacial de las copas en la parcela 2 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre. ....	71
Figura 30 Distribución espacial de las copas en la parcela 3 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre. ....	71
Figura 31 Distribución espacial de las copas en la parcela 6 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre. ....	72
Figura 32 Distribución espacial de las copas en la parcela 7 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre. El ejemplar rayado significa que su base se sitúa fuera de la parcela. ....	72
Figura 33 Distribución espacial de las copas en la parcela 8 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre. ....	73
Figura 34 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 2. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Juniperus brevifolia</i> ; y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). ....	73
Figura 35 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 2. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Juniperus brevifolia</i> ; y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). ....	74
Figura 36 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 3. Color verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). ....	75
Figura 37 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 3. Color verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). ....	75
Figura 38 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 6. Color verde correspondiente a individuos arbustivos de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Ilex azorica</i> (IA); y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). ....	76
Figura 39 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 6. Color verde correspondiente a individuos arbustivos de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Ilex azorica</i> ; y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). ....	76



Figura 40 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 7. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Juniperus brevifolia</i> ; y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). .....	78
Figura 41 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 7. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de <i>Juniperus brevifolia</i> ; verde oscuro corresponde a arbustos de <i>Juniperus brevifolia</i> ; y negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). .....	78
Figura 42 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 8. Color verde corresponde a individuos arbustivos de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); color negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . La línea de color rojo indica el punto desde donde fue tomado las distancias norte, sur, este y oeste de la copa de los individuos 2, 3, 4 y 6. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). .....	79
Figura 43 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 8. Color verde corresponde a individuos arbustivos de <i>Juniperus brevifolia</i> (JB); color negro a individuos arbóreos de <i>Juniperus brevifolia</i> . La línea de color rojo indica el punto desde donde fue tomado las distancias norte, sur, este y oeste de la copa de los individuos 2, 3, 4 y 6. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). .....	80
Figura 44 Climodiagrama de la unidad muestral de la Serra da Tronqueira. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. ....	84
Figura 45 Distribución espacial de las especies en la parcela 4 de 10 x 10 metros localizada en la unidad muestral de Serra da Tronqueira. ....	87
Figura 46 Distribución espacial de las especies en la parcela 5 de 10 x 10 metros localizada en la unidad muestral de Serra da Tronqueira. ....	87
Figura 47 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 4. Color verde corresponde a <i>Ilex azorica</i> (IA), color naranja a <i>Erica azorica</i> (EA); y negro a <i>Juniperus brevifolia</i> (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). .....	88
Figura 48 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 4. Color verde corresponde a <i>Ilex azorica</i> (IA), color naranja a <i>Erica azorica</i> (EA); y negro a <i>Juniperus brevifolia</i> (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). .....	88
Figura 49 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 5. Color verde corresponde a <i>Ilex azorica</i> (IA), color naranja a <i>Erica azorica</i> (EA); y negro a <i>Juniperus brevifolia</i> (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). .....	90

Figura 50 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 5. Color verde corresponde a <i>Ilex azorica</i> (IA), color naranja a <i>Erica azorica</i> (EA); y negro a <i>Juniperus brevifolia</i> (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982). .....	90
Figura 51 Climodiagrama de la unidad muestral de la Malhada. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid .....	94
Figura 52 Distribución espacial de las copas en la parcela 9 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de Malhada. Los ejemplares rayados indican que su base se sitúa fuera de la parcela. ....	96
Figura 53 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 9. Color verde correspondiente a <i>Ilex azorica</i> (IA), azul a <i>Laurus azorica</i> (LA); negro a <i>Juniperus brevifolia</i> (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982) * Pies localizados fuera de la parcela cuya proyección copa o parte de ella se encuentra en el interior de la parcela.....	97
Figura 54 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 9. Color verde correspondiente a <i>Ilex azorica</i> (IA), azul a <i>Laurus azorica</i> (LA); negro a <i>Juniperus brevifolia</i> (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982) * Pies localizados fuera de la parcela cuya proyección copa o parte de ella se encuentra en el interior de la parcela.....	97
Figura 55 Climodiagrama de la unidad muestral de la Bardinho. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.....	100
Figura 56 Distribución espacial de las copas en la parcela 1 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de Bardinho. El ejemplar rayado significa que su base se sitúa fuera de la parcela.....	102
Figura 57 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 1. Color verde correspondiente a <i>Ilex azorica</i> (IA), azul a <i>Laurus azorica</i> (LA); negro a <i>Juniperus brevifolia</i> (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982) * Pies localizados fuera de la parcela cuya proyección copa o parte de ella se encuentra en el interior de la parcela.....	103
Figura 58 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 1. Color verde correspondiente a <i>Ilex azorica</i> (IA), azul a <i>Laurus azorica</i> (LA); negro a <i>Juniperus brevifolia</i> (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982) * Pies localizados fuera de la parcela cuya proyección copa o parte de ella se encuentra en el interior de la parcela.....	103
Figura 59 Representación de las zonas oscuras en el área de vegetación natural de la ZEPA sobre las ortofotos.....	107
Figura 60 Localización de los puntos de observación. ....	108
Figura 61 Representación de las zonas visibles y no visibles en el área de vegetación natural de la ZEPA generadas por la herramienta <i>Viewshed</i> de ArcGIS. ....	109

Figura 62 Representación de las zonas observadas por al menos por una de las metodologías (verde), y de las zonas no observadas (negro).....	109
Figura 63 Mapa de distribución potencial de bosques de <i>Juniperus brevifolia</i> . Fuente: Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Projecto de elaboração de Carta de Vegetação Potencial para ZPE Pico da Vara/ Ribeira do Guilherme creado por el GEVA (Universidade dos Açores), Projecto LIFE+ Laurissilva Sustentável. ....	112
Figura 64 Representación de las variables temperatura (T), precipitación (P), radiación solar (RS) y velocidad del viento (VV) según grupos de parcelas en las unidades muestrales en porcentaje (Valor de la variable de la unidad muestral “i”/valor medio de la variable de todas las unidades muestrales).....	113
Figura 65 Representación de la precipitación (P) de las poblaciones de oeste (izquierda) a este (derecha). ....	115
Figura 66 Representación de la velocidad del viento (VV) de las poblaciones de mayor a menor altitud.....	115
Figura 67 Representación de la temperatura (T) de las poblaciones de mayor a menor altitud. ....	116
Figura 68 Representación de la radiación solar (RS) de las poblaciones de mayor a menor altitud. ....	116
Figura 69 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 1..	121
Figura 70 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 4..	121
Figura 71 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 5..	122
Figura 72 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 9.	122
Figura 73 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 3.	124
Figura 74 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 6.	124
Figura 75 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 7.	125
Figura 76 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 8.	125
Figura 77 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 10. ....	126
Figura 78 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 2..	127
Figura 79 Valor medio de índice de copa en % (Icopa) para el conjunto de la muestra de este trabajo.....	131
Figura 80 Valor medio de fracción de cabida cubierta en % (Fcc) para el conjunto de la muestra de este trabajo. ....	131
Figura 81 Valor medio de área basimétrica en m <sup>2</sup> /ha para el conjunto de la muestra de este trabajo.....	132

Figura 82 Modelo de regresión Diámetro del tronco – Altura del Grupo I.....	136
Figura 83 Modelo de regresión Diámetro del tronco – diámetro de copa del Grupo I.....	137
Figura 84 Representación de los límites de las parcelas para la realización del inventario pie a pie .....	156
Figura 85 Mapa de distribución de <i>Juniperus brevifolia</i> en las turberas del Planalto dos Graminhais.....	157
Figura 86 Modelo de regresión Diámetro – Altura de los individuos arbóreos ..	158
Figura 87 Mapa de distribución de <i>Juniperus brevifolia</i> en las islas Azores. Fuente: Cadernos de Botânica 6, Ecología das Florestas de <i>Juniperus</i> dos Açores. ....	162



## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Superficie en hectáreas según el uso del suelo. ....	14
Tabla 2 Superficie en hectáreas según el uso del suelo. ....	14
Tabla 3 Coordenadas UTM, huso 26N de los vértices geodésicos. Sistema de referencia WGS84. ....	19
Tabla 4 Porcentaje de área según la orientación.....	21
Tabla 5 Código, nombre y superficie total de las cuencas que intersectan con la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. ....	23
Tabla 6 Valores de temperatura y precipitación mensuales simulados por el modelo CIELO para el área de estudio. Siendo T, temperatura media (°C); P precipitación media (mm); <u>M</u> , Temperatura media de las máximas (°C); <u>m</u> , Temperatura media de las mínimas (°C); M, Temperatura máxima absoluta (°C); m, Temperatura mínima absoluta (°C). ....	30
Tabla 7 Número de habitantes por término municipal. Fuente: INE (Censos 2001). ....	35
Tabla 8 Tasa de variación de la población residente (1999 – 2009) por concejos y grupos de edad. Fuente: Extraído del documento Plano de gestão de recursos hídricos da ilha de São Miguel, caracterização e diagnostico da situação de referência. Volume 2. Servicio Regional dos Recursos Naturais (SRRN.).....	35
Tabla 9 Densidad poblacional con base a los datos del Censo de 2001. Fuente: INE. ....	36
Tabla 10 Numero de turistas, ocupantes temporales y población fluctuante. Fuente: Extraído del documento Plano de gestão de recursos hídricos da ilha de São Miguel, caracterização e diagnostico da situação de referência. Volume 2. Servicio Regional dos Recursos Naturais (SRRN). ....	36
Tabla 11 Características de las unidades muestrales. ....	47
Tabla 12 Superficie en hectáreas de los estratos. ....	48
Tabla 13 Número de parcelas por estrato. ....	48
Tabla 14 Agrupación de individuos por clases diamétricas.....	51
Tabla 15 Superficie en hectáreas del área de distribución según porte y grado de presencia de la especie.....	59
Tabla 16 Composición por clases diamétricas de la parcela 10. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo. ....	61

Tabla 17 Estadística descriptiva de la muestra para las variables altura, diámetro y superficie de copa de la parcela 10. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.....	62
Tabla 18 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta; Gp, área basimétrica de la parcela; G, área basimétrica; E, relación de espaciamiento; Icopa, índice de copa viva. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.....	63
Tabla 19 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 10.....	64
Tabla 20 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 10.....	65
Tabla 21 Índice de valor de importancia de la parcela 10. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera. ....	65
Tabla 22 Composición por clases diamétricas de la parcela 2, 3, 6, 7 y 8. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo.....	67
Tabla 23 Estadística descriptiva de la muestra para las variables altura, diámetro y superficie de copa de las parcelas 2, 3, 6, 7 y 8. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera. En la superficie de copa de la categoría arbustiva aparece 1 pie exterior, contabilizado así la proyección de su copa hacia el interior de la parcela.....	68
Tabla 24 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta; Gp, área basimétrica de la parcela; G, área basimétrica; E, relación de espaciamiento; Icopa, índice de copa viva, para el porte arbóreo con desarrollo vertical del tronco de la parcelas 2, 3, 6, 7 y 8.....	69
Tabla 25 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta; Gp, área basimétrica de la parcela; G, área basimétrica; E, relación de espaciamiento; Icopa, índice de copa viva, para el porte arbóreo con desarrollo tortuoso del tronco de la parcelas 2, 3, 6, 7 y 8.....	69
Tabla 26 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta; Gp, área basimétrica de la parcela; G, área basimétrica; E, relación de espaciamiento; Icopa, índice de copa viva, para los individuos arbustivos de las parcelas 2, 3, 6, 7 y 8.....	70
Tabla 27 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta para las matas rastreras de las parcelas 2, 3, 6, 7 y 8.....	70
Tabla 28 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 2.....	74
Tabla 29 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 2.....	74

Tabla 30 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 3. ....	75
Tabla 31 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 3. ....	76
Tabla 32 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 6. ....	77
Tabla 33 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 6. ....	77
Tabla 34 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 7. ....	78
Tabla 35 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 7. ....	79
Tabla 36 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 8. ....	80
Tabla 37 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 8. ....	80
Tabla 38 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 2. <sup>2</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera. ....	81
Tabla 39 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 3. <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo. ....	81
Tabla 40 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 6. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo. ....	81
Tabla 41 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 7. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera. ....	82
Tabla 42 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 8. <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo. ....	82
Tabla 43 Composición por clases diamétricas de la parcelas 4 y 5. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical. ....	85
Tabla 44 Estadística descriptiva de la muestra correspondiente a las parcelas 4 y 5. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical. ....	86
Tabla 45 N, densidad; Fcc, Fracción de cabida cubierta; Gp, Área basimétrica de la parcela; G, Área basimétrica; E, relación de espaciamiento; Icopa, Índice de copa viva. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical. ....	86
Tabla 46 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 4. ....	89



Tabla 47 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 4.....	89
Tabla 48 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 4.....	91
Tabla 49 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 4.....	91
Tabla 50 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 4. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.....	92
Tabla 51 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 5. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.....	92
Tabla 52 Composición por clases diamétricas de la parcela 9. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.....	94
Tabla 53 Estadística descriptiva de la parcela 9. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical. ....	95
Tabla 54 N, densidad; Fcc, Fracción de cabida cubierta; G <sub>p</sub> , Área basimétrica de la parcela; G, Área basimétrica; E, relación de espaciamiento; I <sub>copa</sub> , Índice de copa viva de la parcela 9. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical. ....	96
Tabla 55 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 4.....	98
Tabla 56 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 4.....	98
Tabla 57 Índice de valor de importancia de las especies en la parcela 9. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.....	99
Tabla 58 Composición por clases diamétricas de la parcela 1.....	101
Tabla 59 Estadística descriptiva de la muestra de la parcela 1.....	101
Tabla 60 N, densidad; Fcc, Fracción de cabida cubierta; G <sub>p</sub> , Área basimétrica de la parcela; G, Área basimétrica; E, relación de espaciamiento; I <sub>copa</sub> , Índice de copa viva de la parcela 1. <sup>1</sup> individuos de porte arbóreo con fuste vertical. ....	102
Tabla 61 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 1.....	104
Tabla 62 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 1.....	104
Tabla 63 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 1. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.....	104
Tabla 64 Resumen de los valores medios anuales de temperatura en °C (T), precipitación en mm (P), radiación solar en MJ/m <sup>2</sup> (RS), y velocidad del viento en Km/h (VV) de las parcelas presentes en las unidades muestrales. Fuente: Modelo CIELO, Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3 .....	114

Tabla 65 Índice de valor de importancia (IVI) más elevado de cada parcela utilizado para clasificar en grupos. Valores relativos de: N, densidad; Fcc, Fracción de cabida cubierta; Fr, frecuencia. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.....	118
Tabla 66 Índice de valor de importancia (IVI) más elevado de cada parcela utilizado para clasificar en grupos. Valores relativos de: N, densidad; G, Área basimétrica; Fr, frecuencia. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera. ....	119
Tabla 67 Resumen de las parcelas incluidas en cada grupo. ....	119
Tabla 68 Valor-P del análisis de varianza entre las variables diámetro del tronco – altura.....	135
Tabla 69 Criterios adoptados por la lista de los 100 taxones prioritarios de gestión en el archipiélago de Azores para la <i>Juniperus brevifolia</i> . Fuente: Top 100. Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la región europea biogeográfica de la Macaronesia. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación territorial, Gobierno de Canarias.....	166
Tabla 70 Valores de los factores ecológicos para Graminhais. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO. ....	179
Tabla 71 Valores de los factores ecológicos para la zona de cumbre en las inmediaciones del Pico da Vara. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO...	179
Tabla 72 Valores de los factores ecológicos para la zona de cumbre en las inmediaciones del Malhada. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.....	179
Tabla 73 Valores de los factores ecológicos para la zona de la Serra da Tronqueira. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.....	179
Tabla 74 Valores de los factores ecológicos para la zona de Malhada. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.....	180
Tabla 75 Valores de los factores ecológicos para la zona de Bardinho. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.....	180
Tabla 76 Descripción de las teselas según el porte, dominancia, especies acompañantes e invasión. ....	181
Tabla 77 Coeficientes del análisis de regresión altura - diámetro. ....	182
Tabla 78 Análisis de varianza ANOVA para la relación altura – diámetro. ....	182
Tabla 79 Coeficientes del análisis de regresión diámetro de tronco – diámetro de copa.....	182
Tabla 80 Análisis de varianza ANOVA para la relación diámetro de tronco – diámetro de copa. ....	182



## **LISTA DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 Ejemplar arbóreo de fuste recto.....	183
Ilustración 2 Ejemplar rastrero. ....	183
Ilustración 3 Ejemplar arbustivo.....	184
Ilustración 4 Ejemplar arbóreo de fuste tortuoso. ....	184
Ilustración 5 Panorámica de la parcela 10. ....	185
Ilustración 6 Panorámica de la parcela 3. ....	185
Ilustración 7 Panorámica de la parcela 6. ....	186
Ilustración 8 Panorámica de la parcela 7. ....	186
Ilustración 9 Panorámica de la parcela 8. ....	187
Ilustración 10 Panorámica de la parcela 4. ....	187
Ilustración 11 Panorámica de la parcela 5. ....	188
Ilustración 12 Panorámica de la parcela 1. ....	188
Ilustración 13 Panorámica de la parcela 2. ....	189
Ilustración 14 Panorámica de la parcela 9. ....	189
Ilustración 15 Turbera con cubierta arborea de cedro do mato. ....	190
Ilustración 16 Ejemplares rastreros sobre turbera de <i>Sphagnum</i> spp.....	190
Ilustración 17 Cumbre del Pico verde observado desde el Pico da Vara. ....	191
Ilustración 18 Zona de alta montaña que une el Pico da Vara con el Pico Verde. .....	191
Ilustración 19 Panorámica de la Serra da Tronqueira. ....	192
Ilustración 20 Vista de una de las laderas de la Serra da Tronqueira. ....	192
Ilustración 21 Panorámica de la unidad muestral de Malhada.....	193
Ilustración 22 Panorámica de la unidad muestral de Malhada.....	193
Ilustración 23 Vista de interior del área de Bardinho. ....	194



## **LISTADO DE ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

CIELO – Clima Insular a Escala Local

CLIMAAT – Clima e Meteorología dos Arquipélagos Atlânticos

CSP – Classificação de Solos de Portugal

DLR – Decreto Legislativo Regional

INE – Instituto Nacional de Estadística

GEVA – Gabinete de Ecología Vegetal e Aplicada

INTERREG – Innovation and Environment Regions of Europe Sharing Solutions

ITRF – International Terrestrial Reference Frame

IUCN – International Union Conservation Nature

IUFRO – International Union of Forest Research Organizations

LIC – Lugar de interés comunitario

MDE – Modelos Digital de Elevaciones

PB – Perímetro en la base del tronco

PN – Perímetro normal o perímetro a la altura del pecho

SIC – Sitio de Interés Comunitario

SIG – Sistemas de Información geográfica

SPEA – Sociedade Portuguesa para o estudo das Aves

SRRN – Secretaria Regional dos Recursos Naturais

WRB – World Reference Base of Soil Resource

ZEPA – Zona de Especial Protección para las Aves



# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**





## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. MARCO DE ESTUDIO

Sobre el océano Atlántico se sitúa la región biogeográfica macaronésica, a la que pertenecen los archipiélagos de Canarias (España); Azores, Madeira e islas Salvajes (Portugal); y Cabo verde (República de Cabo Verde). Se encuentran distribuidos a lo largo del eje Norte - Sur sobre el océano Atlántico. Este hecho dota a la región macaronésica de un gran contraste climático entre los diferentes archipiélagos, reflejándose claramente en el clima templado oceánico húmedo de Azores (zona norte) y el clima tropical seco de Cabo Verde (zona sur).

Sin embargo, sus particulares características oceanográficas, la existencia de lugares prístinos, su origen volcánico, la singularidad de especies así como la distancia que las separa de los respectivos continentes les proporcionan grandes similitudes desde el punto de vista botánico, geológico y socioeconómico.

Una de las características más importantes a la hora de definir la singularidad de la fauna y flora macaronésica es la insularidad. El aislamiento debido a este hecho, favorecido en muchas ocasiones por una orografía abrupta, ha desencadenado toda una serie de procesos evolutivos que han propiciado la diferenciación de especies, dando lugar a gran cantidad de endemismos dentro de las distintas escalas geográficas, ya sean archipiélagos, islas o localidades concretas dentro de las mismas.

De entre todos, el archipiélago de las Azores es el que se encuentra más alejado del continente, situado entre 36° - 40° N de latitud y 24° - 32° W de longitud. Lo conforman 9 islas de diferente edad geológica, y se divide en tres grandes grupos: el grupo oriental lo componen las islas de São Miguel y Santa María; el grupo central, islas de Faial, Pico, São Jorge, Graciosa y Terceira; y el grupo occidental las islas de Flores y Corvo.

Esta agrupación se basa en la proximidad de unas islas con otras. Las islas más alejadas entre sí son Corvo (zona oeste) y Santa María (zona este). Entre ellas no existen grandes diferencias climáticas a escala global dentro de la región macaronésica. Sin embargo, a escala de archipiélago se observan diferencias principalmente en las precipitaciones, presentando valores superiores las islas situadas hacia el oeste causadas por la entrada de masas de aire húmedo del atlántico.

La flora azoriana no es muy rica en números de especies; sin embargo, son importantes en su conjunto por contener reliquias de la vegetación que en su día ocuparon el sur de Europa antes de la última glaciación. El mayor ejemplo lo componen los bosques de Laurisilva, distribuidos de forma restricta por todo el mundo, y aún persisten en los cuatro archipiélagos de la región macaronésica.

La Laurisilva son formaciones intermedias entre la Durisilva, de hoja corta y rígida, adaptadas a condiciones mediterráneas; y la Pluvisilva, formaciones húmedas de regiones cálidas.

La fisiología de sus especies no permite soportar fríos intensos ni escasez de agua. La regulación estomática de sus hojas no es eficiente por lo que no están adaptadas para soportar extremos como bajas temperaturas o escasez de agua.

El género *Juniperus* (Filo Pinophyta, Clase Pinospsida, Orden Pinales, Familia Cupressaceae), con 67 especies, que suman un total de 100 taxones entre las diferentes variedades, constituye el segundo género más diverso de coníferas. Se encuentra dividido en tres Secciones:

- Sección *Caryocedrus*, con apenas 1 especie;
- Sección *Juniperus*, con 11 especies;
- Sección *Sabina*, con 55 especies.

La Sección *Juniperus* puede ser dividida en dos grupos:

- un grupo circumboreal, compuesto por las variedades de *Juniperus communis*, con gálbulos maduros, azules o azules oscuro y con una banda estomática en el envés de las hojas;
- y un grupo con 10 especies distribuidas por las islas atlánticas, Europa mediterránea y extremo oriente, con gálbulos maduros de color rojo o pardo-rojizo, y dos bandas estomáticas en el envés de las hojas.

En Portugal se encuentran 6 especies de *Juniperus* pertenecientes a las dos secciones: *Juniperus sabina*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus communis*, *Juniperus cedrus*, *Juniperus narvicularis* y *Juniperus brevifolia*. Dentro los cuales destacamos el *Juniperus narvicularis*, endémico de las zonas costeras del oeste de Portugal continental; y *Juniperus brevifolia*, endémico de las Azores.

Conocido como Cedro do mato, *Juniperus brevifolia* puede ser “seleccionada como la planta que mejor simboliza a las islas Azores. Las razones para esta afirmación se basan en el reconocido carácter dominante o codominante en varios tipos de comunidades azorianas. Al mismo tiempo, su morfología y fisiología se encuentran bien adaptadas al medio ecológico de Azores, siendo la especie con distribución más amplia, desde zonas costeras hasta la cima de la montaña de la isla de Pico” (Dias *et al.* 2007).

Además, estudios relacionados con la llegada de la especie a las islas concluyen que la presencia de *Juniperus brevifolia* en las islas Azores implica una de las colonizaciones más remotas del género conocida hasta la fecha (Rumeu *et al.* 2011).

Desde la llegada de los primeros pobladores a las islas, el paisaje vegetal ha cambiado casi en su totalidad. Desde la creación de pastos para el ganado, la implementación de cultivos agrícolas así como el aprovechamiento de la madera de especies arbóreas autóctonas, han modificado la estructura de los bosques primitivos hasta límites irreconocibles en la actualidad.

Una prueba escrita de lo que pudieron llegar a ser estos bosques la encontramos en los libros de Gaspar Frutuoso “Saudades da Terra”. En ellos se describe el paisaje como “rocas y tierras, todas cubiertas de alto y espeso arbolado de Cedros (*Juniperus brevifolia*), Louros (*Laurus azorica*), Ginjas (*Prunus azorica*) e Faias (*Morella faia*)” (Frutuoso, 1987)

Aparece así, por primera vez, la descripción de los tipos de formaciones arbóreas. Sobre las descripciones de Frutuoso que datan del siglo XV, existen algunos datos que merecen ser analizados, como por ejemplo el reconocimiento y descripción de varios tipos de comunidades forestales dominadas por una única especie.

En la actualidad, en las formaciones arbóreas de montaña en Azores encontramos los mejores ejemplos de comunidades vegetales monoespecíficas poco o nada alteradas por el hombre, que nos permiten estudiar los procesos relacionados con la dinámica natural de la vegetación. Estas formaciones de montaña, sobre todo a partir de los 500 metros de altitud son claramente dominadas por *Juniperus brevifolia* (Elias e Dias, 2008)

El conocimiento sobre la ecología de dichas comunidades monoespecíficas, tema que se aborda en este trabajo concretamente para la especie *Juniperus brevifolia*, es esencial, no solo con fines puramente científicos, sino también para la aplicación práctica en el ámbito de la conservación de los ecosistemas naturales.

Desde la administración pública de la Região Autónoma dos Açores, la Universidade dos Açores, empresas privadas, organismos internacionales y otras entidades nacionales se están realizando esfuerzos de conservación del patrimonio natural aún existente y la recuperación del mismo. De entre todos ellos, se hace especial mención a la Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA), presente en el archipiélago desde hace 10 años, cuyo objetivo general es conservar los bosques de Laurissilva, valorándolos y definiendo las medidas más adecuadas para su conservación. Un ejemplo de este esfuerzo es el apoyo prestado en la realización del presente estudio.

En los últimos 5 años, SPEA ha llevado a cabo el proyecto LIFE+Laurissilva Sustentável NAT/P/000630 en la isla de São Miguel. En los principales hábitats sobre los que recaen las acciones del proyecto LIFE se encuentra la especie interés de este trabajo.

Con base en estudios realizados sobre la especie, con este trabajo se pretende analizar las comunidades vegetales desde el punto de vista dasométrico, de forma que ayude a describir su situación actual y responda a cuestiones relacionadas con la presencia, espesura y biodiversidad en el territorio.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La base del conocimiento sobre *Juniperus brevifolia* es muy reciente, provocando que hoy en día existan lagunas en algunos aspectos relacionados con la misma. La falta de estudios, en especial de carácter selvícola en el territorio de estudio sobre la especie y sus formaciones, han sido el principal motivo para la ejecución de este trabajo.

La diversidad de endemismos de especies y subespecies de plantas es mayor que aquella entre las especies de fauna. Muchos de estos endemismos, tanto de la flora como de fauna, se encuentran amenazados, en peligro de extinción o en peligro crítico de extinción. La principal preocupación por parte de las entidades es revertir esta situación. Una de las razones por la que esta situación ocurre es la existencia de un medio muy degradado y consecuente pérdida de hábitats.

La vegetación natural de las Azores tiene un alto valor desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad. Su paisaje está constituido en mosaicos principalmente por formaciones de vegetación costera, formaciones de vegetación de zonas húmedas, prados naturales, matorrales y formaciones arbóreas.

En la mayoría de las formaciones citadas anteriormente *Juniperus brevifolia* aparece, ya sea formando masas monoespecíficas arbóreas o de matorral, o bien de forma dispersa como especie acompañante. Este carácter especial hace que sea de gran interés en estudios científicos.

En la actualidad, es difícil encontrar ejemplares de grandes dimensiones o bosques de cedro en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme tal y como los describe Dias (1996) “comunidades formadas por un estrato arbóreo continuo y homogéneo de *Juniperus brevifolia*, cerrado y un estrato herbáceo bajo permanentemente encharcado”. Sin embargo, podemos encontrar algunos relictos que pueden ser caracterizados de modo que ayude a la recuperación y conservación de la vigorosidad de la especie. Por este motivo se considera importante localizar en el territorio de estudio estas formaciones y evaluar su estado.

Por último, otras de las razones que motivaron la realización de este trabajo han sido: la importancia que tiene la especie, junto a *Taxus baccata*, de ser los únicos taxones de gimnospermas autóctonas presentes en el archipiélago de las Azores; y considerar los bosques de *Juniperus* como hábitat prioritario según la Red Natura 2000 (9560 Bosques endémicos de *Juniperus* spp).

### 1.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO

#### Objetivos generales

Las poblaciones de *Juniperus brevifolia* que actualmente se encuentran en la isla de São Miguel son muy escasas. La gran mayoría de ellas se localizan en la zona oriental de la isla, concretamente en la Serra da Tronqueira y sus estribaciones. Por tanto son poblaciones de enorme importancia geobotánica y de altísimo valor desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad.

Por ello el objetivo general de este estudio pretende contribuir al conocimiento de la ecología y dasometría de las diferentes formaciones de *Juniperus brevifolia* (Seub.) Antonie presentes en esta región oriental de la isla de São Miguel (Azores), concretamente en la Zona de Protección Especial para las Aves (ZEPA) Pico da Vara / Ribeira do Guilherme PTZPE0033, como base para evaluar y caracterizar su estado actual de conservación.

#### Objetivos específicos

- Definir con mayor precisión posible el área de distribución de la especie en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.
- Describir y caracterizar el medio físico y las diferentes formaciones de *Juniperus brevifolia* presentes en el área de estudio.
- Conocer la estructura poblacional mediante el estudio dasométrico de las diferentes formaciones vegetales de *Juniperus brevifolia* localizadas en la ZEPA.

En definitiva, lo que se pretende es responder a cuestiones como cuál es la superficie que ocupa en la actualidad la especie, la densidad que presenta, los diferentes portes, cuál de ellos aparece con más frecuencia, su carácter dominante e importancia en el área de estudio entre otros aspectos.



## **CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**





## 2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1. INTRODUCCIÓN

La isla de São Miguel pertenece al grupo oriental del archipiélago de las Azores. Con una superficie de 760 km<sup>2</sup>, es la isla de mayor extensión de todo el archipiélago. Su población es de aproximadamente 130.000 habitantes y desde el punto de vista socioeconómico es la isla más significativa. Se encuentra administrativamente dividida en 6 concejos (Ponta Delgada, Ribeira Grande, Lagoa, Vila Franca do Campo, Povoação y Nordeste).

La Serra da Tronqueira se encuentra dentro de los límites la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. Este espacio protegido de la Red Natura 2000 fue declarado por “Decreto Legislativo regional nº18/2002/A de 16 de Maio”, clasificada por el “Decreto Regulamentar Regional nº14/2002/A de 20 de Maio” y modificada por el “Decreto Regulamentar regional nº9/2005/A de 19 de Abril”. En la modificación 2005 se incrementó la superficie de 2115 hectáreas hasta 6067 hectáreas, ocupando casi la mitad del área geográfica de los concejos de Nordeste y Povoação.

Este área protegida fue declarada para la conservación del Priolo (*Phyrrula murina*), ave endémica de las Azores en peligro de extinción cuyas poblaciones se concentran exclusivamente en la Serra da Tronqueira y alrededores; y hábitats, muchos de los cuales ya no existen en otros lugares de la isla de São Miguel.

La isla presenta una distribución de la especie muy reducida, tan solo el 5% de su superficie es ocupada por poblaciones de *Juniperus brevifolia*. Las principales manchas de vegetación se concentran en las inmediaciones de la Lagoa de Fogo, situada en la parte central de la isla, y en la Serra da Tronqueira, en el extremo oriental de la isla. Es aquí, en la Serra da Tronqueira donde se encuentran mejor representada la especie, motivo principal por el cual se ha escogido este territorio como el lugar más interesante para realizar el levantamiento pormenorizado y posterior inventario objeto de este trabajo.

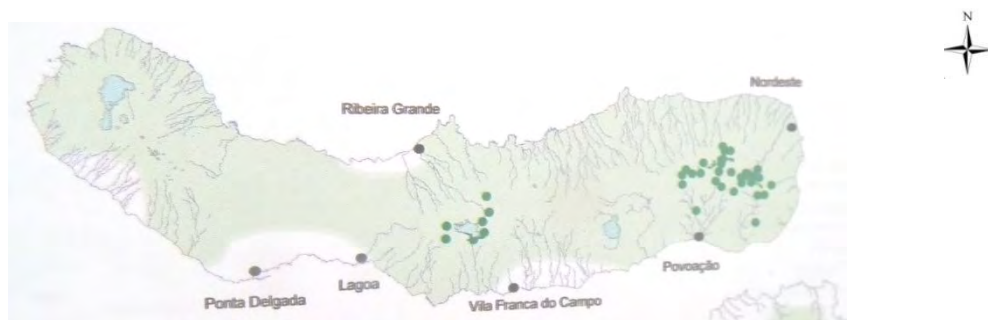


Figura 1 Mapa de distribución de *Juniperus brevifolia* en la isla de São Miguel. Los puntos verdes son las poblaciones actuales. Fuente: Distribuição das principais manchas florestais. Açores e Madeira. Editorial Público.

## 2.2. ESTADO LEGAL

**Posición administrativa:** La ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme ocupa parte de los concejos de Nordeste y Povoação, situados en la parte este de la isla de São Miguel. La franja norte del concejo de Povoação, formado por los términos municipales de Povoação, Nossa Senhora dos Remédios, Agua Retorta, Faial da Terra y Furnas ocupa el 43,91% del total de la ZEPA; y la zona central del concejo de Nordeste, formado por las freguesias de Nordeste, Lomba de Fazenda, Santo António de Nordestinho, São Pedro de Nordestinho, Algarvia, Achada y Santana ocupa el 56,09% del total de la ZEPA.

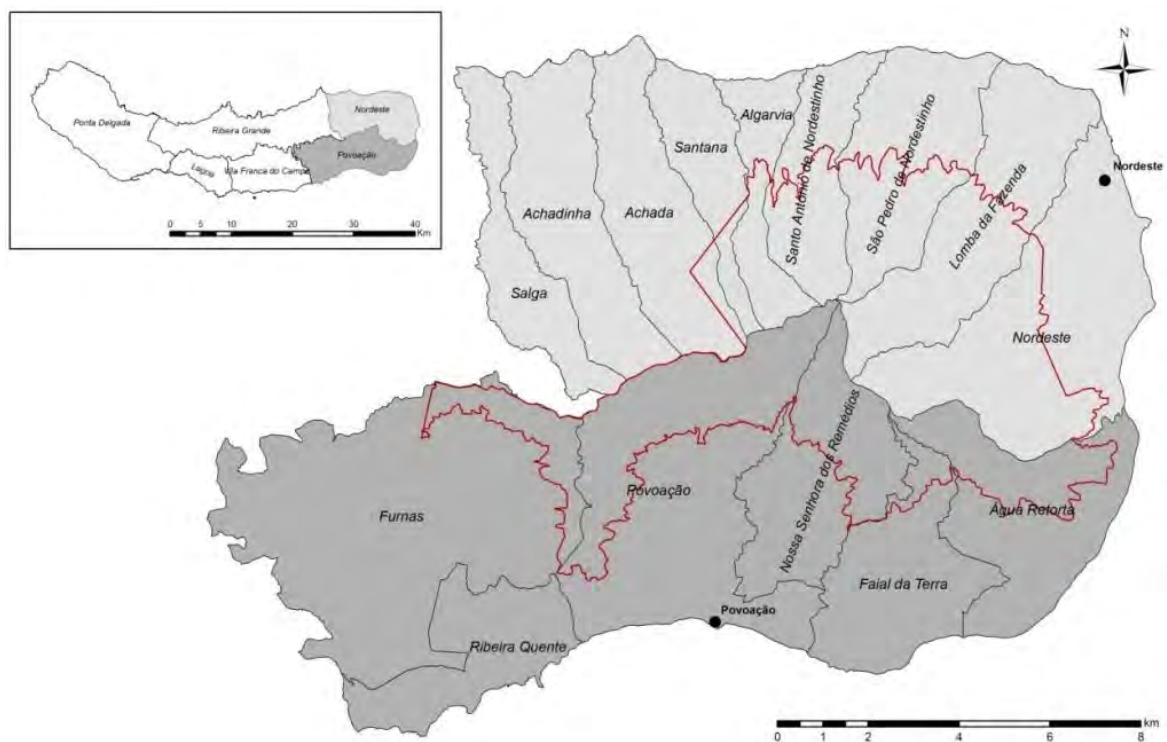


Figura 2 División administrativa por términos municipales de los concejos de Povoação y Nordeste. La línea roja marca el contorno de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.

**Pertenencia:** La entidad responsable por su gestión es la Secretaria Regional dos Recursos Naturais de la Região Autónoma dos Açores con código PTZPE0033 clasificada según el Decreto Legislativo Regional nº18/2002/A de 16 Mayo. El 51,3 % de su superficie es de dominio público y el 48,7 % es propiedad privada.

**Límites:** Con una superficie de 6067,27 hectáreas y un perímetro de 78,64 km su delimitación comienza en la carretera Regional junto al mirador de Ponta de Madrugada, sigue hacia el sur a lo largo de la misma hasta el Pico Longo. A partir de ahí continúa por curva de nivel de 400 metros, atraviesa la Lomba da Igreja, Madeira Velha, pasa al norte de Espigão da Ponta, al sur de Espigão do dentro, al sur del Pico do Canario y al norte de Funduras y Pedras do Galego. Aquí el limite sigue a lo largo de una línea recta imaginaria hasta los 649 metros de cota (hacia el sur del Pico do Gafanhoto, en la carretera 521), continua por esta curva de nivel hacia el este, hasta el Salto do Cavalo. Continúa por el

trazado de la divisoria del Planalto dos Graminhais hasta los 947 metros de altitud donde de nuevo recorrerá una línea imaginaria hacia el norte hasta los 735 metros de cota (al norte de Anineiras), cambiando de dirección hacia el este hasta Outeiro do Açougue, donde continua a lo largo de la curva de nivel de los 400 metros hacia Fontaneiras.

A partir de ahí sale hacia el sureste atravesando el arroyo de la Ribeira do Guilherme hasta los 568 metros de cota hacia el norte de Outeiro Alto, en el cruce con el camino, continua a lo largo de este hasta los Servicios Forestales en Pedreira, donde recorre una línea imaginaria hasta la carretera Regional en el punto en que es atravesada por la Ribeira Tosquiada. Continúa por la carretera Regional hasta encontrarse con el punto inicial.

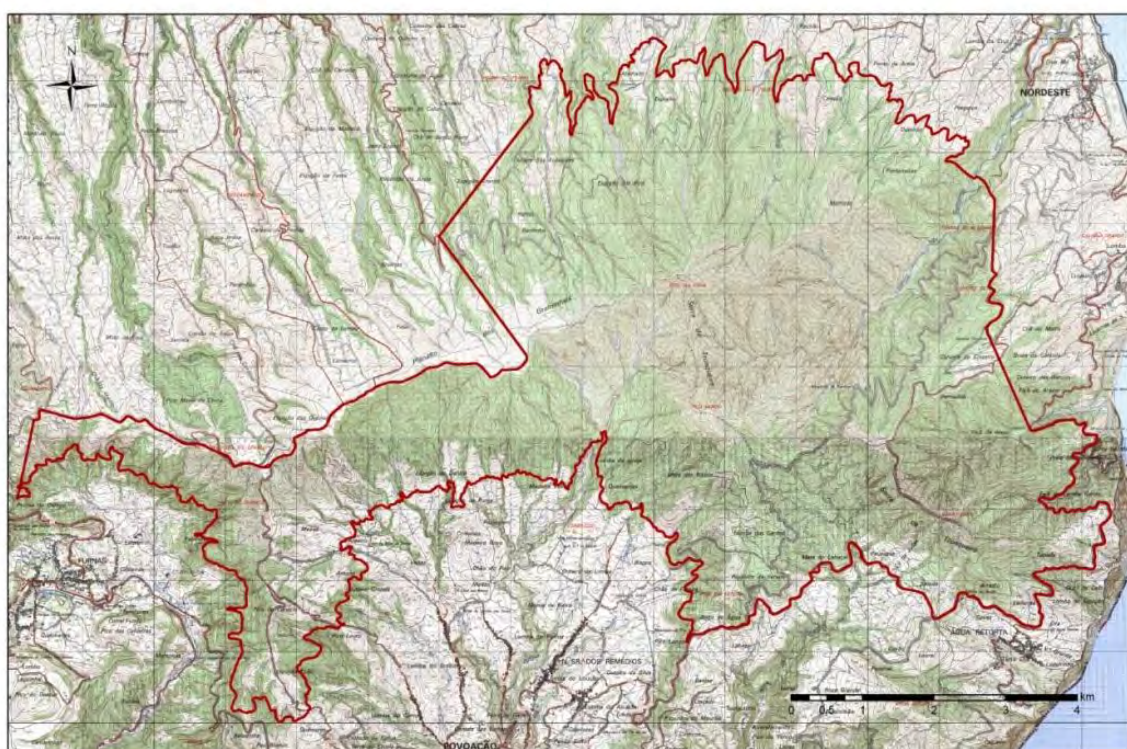


Figura 3 Límites de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme sobre el mapa topográfico

Cabidas: En la tabla 1 se presentan los valores de superficie en hectáreas de los diferentes usos del suelo presentes en la ZEPA.

Para el cálculo de superficies se ha utilizado la cartografía en formato vectorial de: el inventario forestal de 2009 de la isla de São Miguel, y mapa con la clasificación por tipos de hábitats presentes en la zona de acuerdo con la Directiva Habitat de la Red Natura 2000, presentados en la propuesta de SIC Serra da Tronqueira/Planalto dos Graminhais en el año 2010.

## CAPÍTULO II – CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Tabla 1 Superficie en hectáreas según el uso del suelo.

<b>INFORESTAL</b>						
566,8						
<b>FORESTAL</b>						
5500,5						
<b>ARBOLADO</b>				<b>RASO</b>		
4859				641,5		
Producción	No producción (especies nativas)	No producción (especies exóticas)	Prados de alta montaña	Matorral	Turberas	Exóticas
2989	1373	497	28	337	55	221,5

En la categoría inforestal se ha sumado las superficies correspondientes a terrenos agrícolas, incultos e improductivos (según la clasificación del inventario forestal).

Se aclara que en la sub-categoría de producción se refiere a producción maderera, cuya principal especie para tal fin es *Cryptomeria japonica*.

El arbolado de no producción está formado por bosques de Laurisilva (masas mixtas de especies nativas) y masas monoespecíficos, algunas de origen artificial otras de origen natural (con carácter invasor), de especies como *Pittosporum undulatum*, *Acacia melanoxylon*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Eucalyptus globulus* entre las más destacadas. En Anexos II se incluye el mapa creado de la interpretación de la cartografía citada anteriormente.

Ocupación: En la siguiente tabla se muestran otros usos diferentes del monte llevados a cabo por SPEA en colaboración con los ayuntamientos de Nordeste y Povoação.

Tabla 2 Superficie en hectáreas según el uso del suelo.

<b>Tipo</b>	<b>Superficie</b>	<b>Plazo de duración</b>	<b>Proyecto</b>
Trabajos de investigación y recuperación	320 ha	Octubre 2003 – Diciembre 2008	LIFE Priolo NAT/PT 000013
Trabajos de investigación y recuperación	165 ha	Enero 2009 – Junio 2013	LIFE+Laurissilva Sustentável NAT/PT 000630



Otros aspectos legales: Incluidas en la ZEPA encontramos otras figuras de protección (mapa de localización de las áreas protegidas en Anexos II)

- *Reserva Natural Pico da Vara* (categoría I – IUCN)<sup>1</sup>: integrada en el área protegida para la gestión de hábitats y especies Tronqueira/Planalto dos Graminhais.). Pertenece al Parque Natural de la isla de São Miguel creado por “Decreto Legislativo Regional nº19/2008/A de 8 de Julho”, con código SMG02. Tiene una superficie de 786 hectáreas, y se define como el área modificada ligeramente por el hombre que mantiene su carácter natural, sin presencia o con poca presencia del hombre y que es protegida y gestionada de forma que conserve su condición natural.
- *Área protegida para la gestión de hábitats y especies Tronqueira/Planalto dos Graminhais* (categoría IV – IUCN): Pertenece al Parque Natural de la isla de São Miguel creado por “Decreto Legislativo Regional nº19/2008/A de 8 de Julho, con código SMG08. Su límite territorial y superficie coincide con la ZEPA Pico da Vara/Ribeira do Guilherme en 5373 de sus hectáreas. Se define como el área sujeta a medidas activas de gestión y intervención, con el propósito de gestionar la conservación de hábitat o para satisfacer objetivos y necesidades específicos de conservación de determinada especie o especies.
- *Reserva integral de caza de Planalto dos Graminhais*: según el “Decreto Legislativo Regional nº 17/2007/A, de 9 de Julho” se define como reserva integral de caza aquel terreno donde, temporalmente, se encuentran protegidas todas las especies cinegéticas<sup>2</sup> allí presentes y donde está prohibido el ejercicio de la caza o actividad que pueda perjudicar el hábitat de las especies a proteger. Se creó por “Decreto Regulamentar Regional nº19/2008/A con el fin de asegurar el aumento de los recursos disponibles para el ejercicio de la caza, estableciendo para ello áreas de protección de algunas especies donde se prohíba su caza. Considerando el Planalto dos Graminhais un hábitat favorable para la Agachadiza común (*Gallinago gallinago gallinago*). Posee una superficie de 159,4 hectáreas pertenecientes a los términos municipales de Santana y Algarvia, ambas en el concejo de Nordeste, pero solo 71,8 hectáreas se encuentran dentro de la ZEPA.

<sup>1</sup> La red regional de áreas protegidas de la Região Autónoma dos Açores, realizó su clasificación en base los criterios de la IUCN adaptándola a las particularidades ambientales, geográficas, culturales y político-administrativas del territorio del archipiélago de las Azores contemplando las categorías de: Reserva natural (I), Monumento natural (III), Área protegida para la gestión de los hábitats o especies (IV), Área de paisaje protegida (V), Área protegida de gestión de los recursos (VI)

<sup>2</sup> Se define según DLR nº 17/2007/A como aquellos mamíferos y aves salvajes, sedentarias o migratorias que se encuentran en libertad en la naturaleza. Las especies cinegéticas de la Região Autónoma dos Açores son: *Oryctolagus cuniculus*, *Coturnix coturnix*, *Scolopax rusticola*, *Columba livia*, *Alectoris rufa*, *Perdix perdix*, *Gallinago gallinago*, *Anas platyrhynchos*, *Anas strepera*, *Anas crecca*, *Anas penelope*, *Anas clypeata*, *Anas querquedula*, *Anas acuta*.

- *Reserva parcial de caza*: según el “Decreto Legislativo Regional nº 17/2007/A, de 9 de Julho” se define como aquel terreno donde temporalmente, una o varias especies cinegéticas se encuentran protegidas, siendo prohibida su caza y condicionada cualquier actividad que pueda perjudicar el hábitat de las mismas. Fue creada por “Decreto Regulamentar Regional nº27/2000/A” con el fin de asegurar el hábitat de la becada o choca perdiz (*Scolopax rusticola rusticola*). Se localiza en el término municipal de Agua Retorta, concejo de Povoação con una superficie de 64,58 hectáreas incluidas en la ZEPA.
- *Reservas forestales de recreo*: según el “Decreto Legislativo Regional nº15/87/A” se define como el área forestal cuyo uso principal está relacionado con la ocupación del tiempo libre de la población. Incluidas en la ZEPA encontramos:
  - Cancela do Cinzeiro; con una superficie de 10 hectáreas, fue creada según el Decreto Legislativo regional nº16/89/A, pertenece al termino municipal de Nordeste.
  - Agua Retorta; ocupa una superficie aproximada de 15 hectáreas. Se creó bajo el Decreto Legislativo Regional nº3/2001/A, en el local conocido como Mato Simão perteneciente al termino municipal de Agua Retorta.
  - Fajã do Rodrigo; tiene una superficie de 1,40 hectáreas, fue creada según el Decreto Legislativo Regional nº55/2006/A. Pertenece al termino municipal de Nordeste.
- *Propuesta de Lugar de Interés Comunitario (LIC) Serra da Tronqueira / Planalto dos Graminhais*: Esta figura se encuentra en proceso de ser aprobado por el consejo europeo. La Região Autónoma dos Açores envió la propuesta en marzo de 2010 a través de la Secretaria Regional de los Recursos Naturais reconociendo 2010,6 hectáreas del interior de la zona este de la isla de São Miguel para su protección e inclusión en la Red Natura 2000.

Otros usos o costumbres: El senderismo es una práctica de gran acogida en la región. Entre los concejos de Nordeste y Povoação se encuentran los senderos más populares y visitados de toda la isla. En la ZEPA existen tres senderos incluidos en la "Rede Regional de Trilhos Pedestres", de gran relevancia por ser aquellos que llegan al punto más alto de la isla, al Pico da Vara (1104 m). Son utilizados por la población local y visitante.

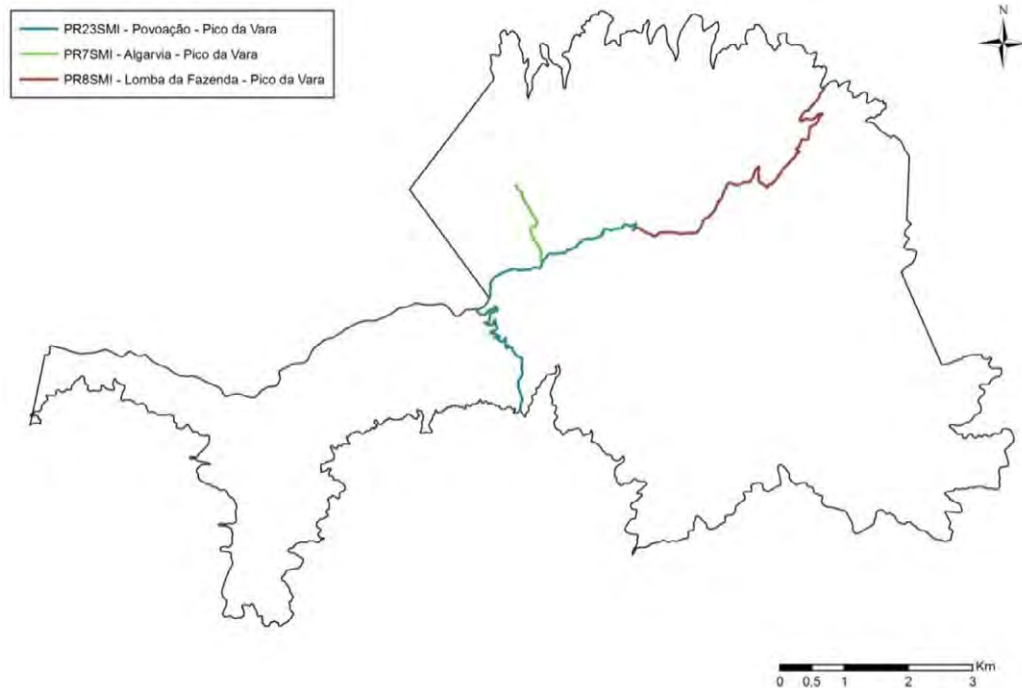


Figura 4 Senderos incluidos en la ZEPA Pico da Vara/Ribeira do Guilherme.

Un uso muy extendido a toda la región de las Azores es el corte de árboles de pequeñas dimensiones o de ramas para ser utilizados como elemento decorativo en eventos de carácter religioso. La especie más utilizada hace pocos años atrás era *Laurus azorica*. Hoy en día se utilizan especies exóticas como *Cryptomeria japonica*, *Pittosporum undulatum* como consecuencia del declive de *Laurus azorica* así como el de otras especies autóctonas. En la ZEPA son permitidos los cortes de individuos de *Cryptomeria japonica* por la población local en masas forestales públicas para tal fin en determinadas épocas del año, con autorización previa.

Por último, existen 2 miradores en la ZEPA; el mirador de Salto do Cavalo y el mirador de Estrada da Tronqueira; de interés turístico y local por sus vistas, ofreciendo una panorámica de la caldera del Vale das Furnas y la caldera de Povoação cuando nos referimos al mirador del Salto do Cavalo, mientras que el mirador de Estrada da Tronqueira tiene vistas al núcleo central de la Serra da Tronqueira y al Pico da Vara.



### 2.3. ESTADO NATURAL

Situación geográfica: La ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme se localiza en la región oriental de la isla de São Miguel perteneciente al archipiélago de las Azores.

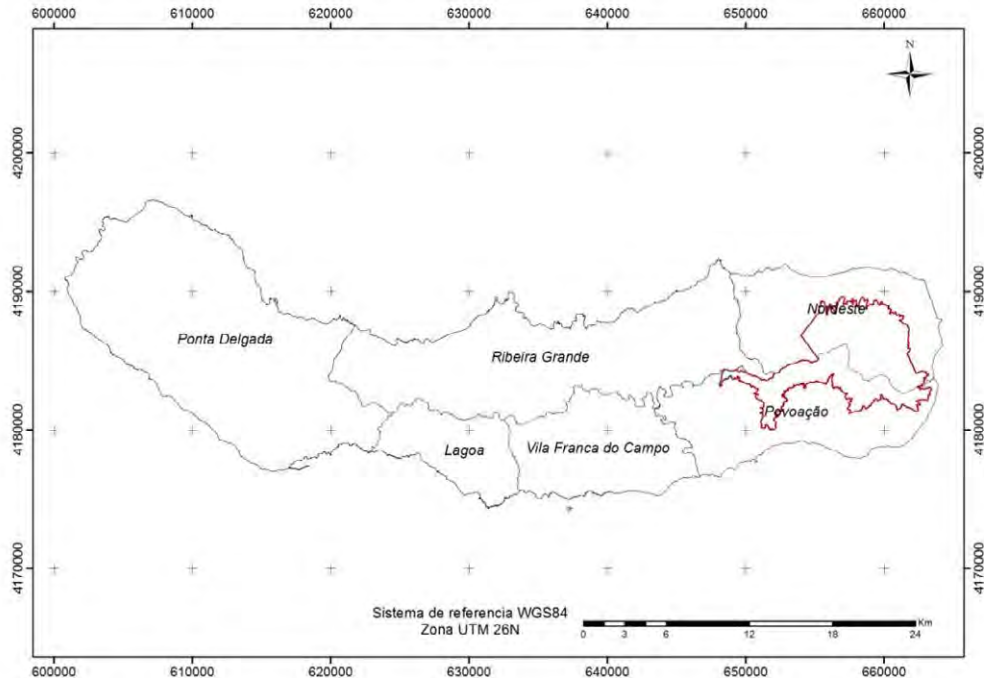


Figura 5 Localización del área de estudio en la isla de São Miguel, Azores.

Como muestra la figura 6 se encuentra distribuidos 8 vértices geodésicos cuyas coordenadas UTM y altitud en metros se presentan en la tabla 3.

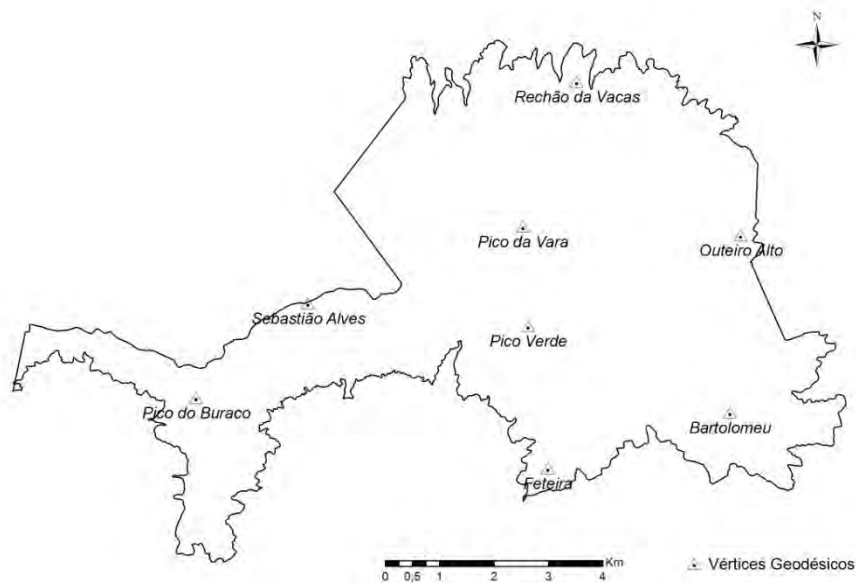


Figura 6 Posición geográfica de los vértices geodésicos existentes en área de estudio.

Tabla 3 Coordenadas UTM, huso 26N de los vértices geodésicos. Sistema de referencia WGS84.

Vértice geodésico	Altitud (m)	Coordenada X	Coordenada Y
Bartolomeu	887	661272	4182769
Pico do Buraco	702	651456	4183037
Feteira	584	657923	4181744
Sebastião Alves	924	653517	4184774
Pico Verde	931	657563	4184363
Pico da Vara	1103	657468	4186186
Rechão das vacas	522	658454	4188845
Outeiro Alto	648	661468	4186029

Las principales vías de comunicación están representadas en la figura 7. Cabe destacar la carretera regional 2ª con asterisco denominada “Estrada da Tronqueira”, es de gran relevancia por ser la vía que une los concejos de Povoação y Nordeste además de tener un gran interés turístico por atravesar la Serra da Tronqueira ofreciendo a las personas que la transitan la oportunidad de observar el corazón de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.

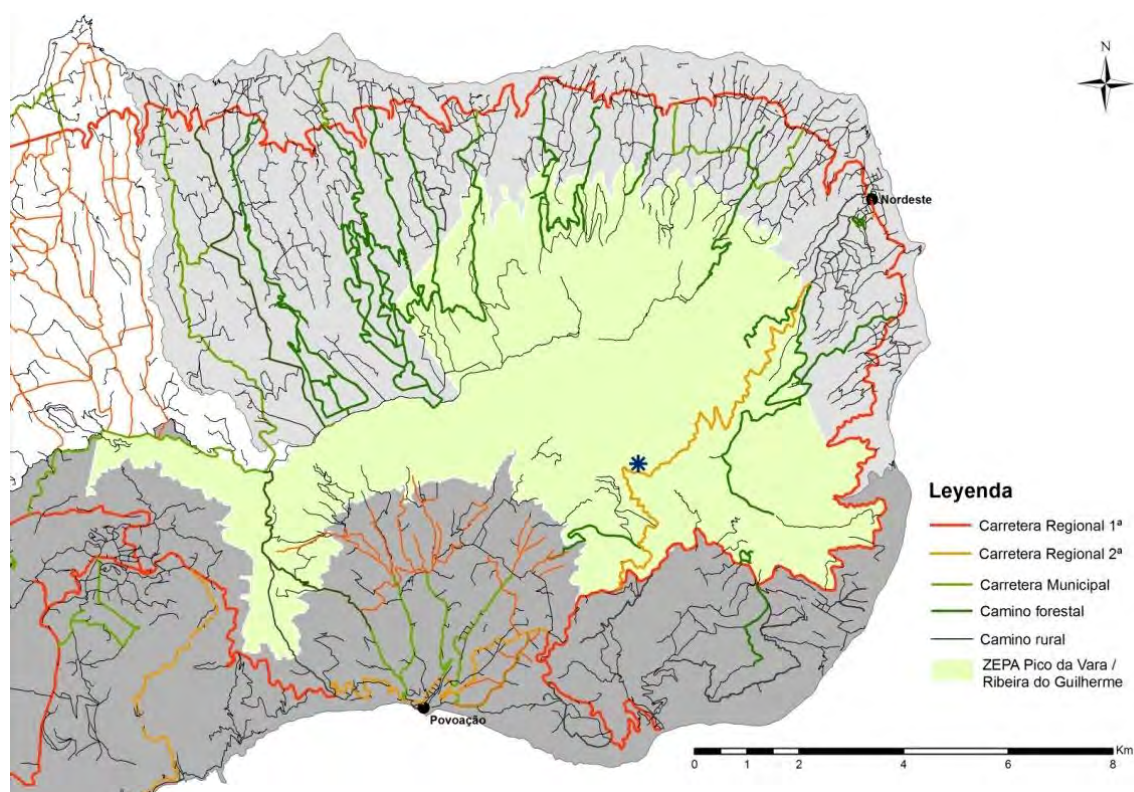


Figura 7 Red viaria de la zona oriental de la isla de São Miguel.

**Fisiografía:** El área de estudio presenta un amplio rango de altitudes en toda su extensión, derivadas de su carácter montañoso y su morfología accidentada. Su cota máxima es de 1104 metros perteneciente al Pico da Vara, mientras que su cota mínima es 170 metros localizados en el fondo del valle del arroyo Ribeira do Guilherme.



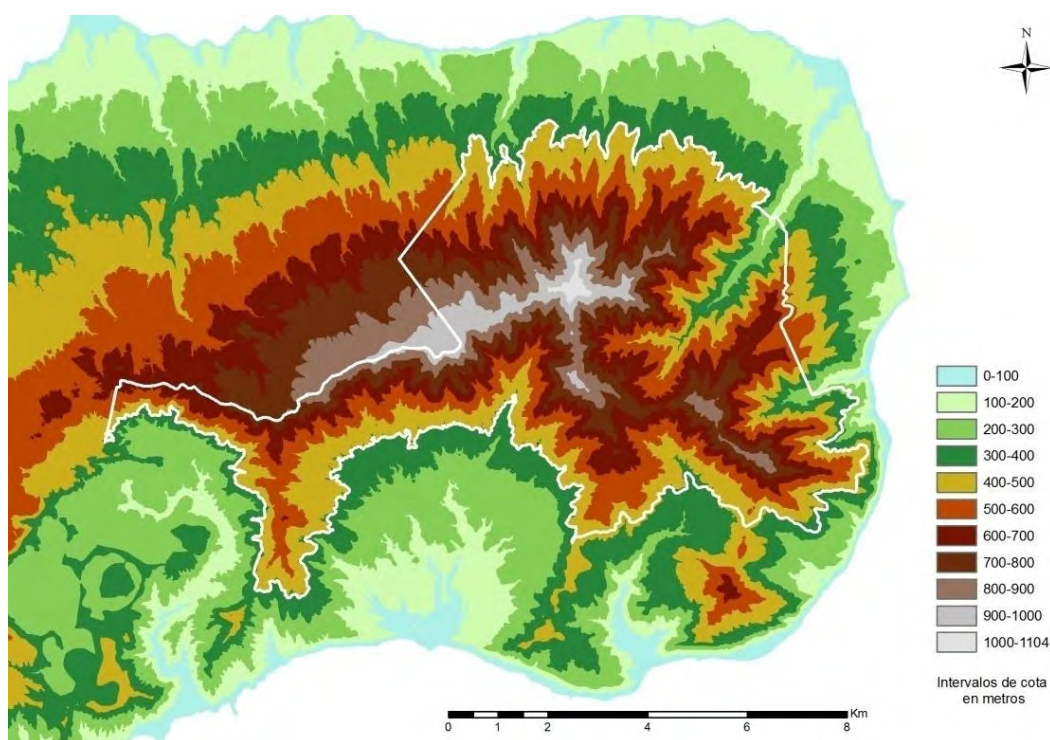


Figura 8 Modelo digital de elevaciones de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. Elaboración propia a partir de la cartografía vectorial suministrada por la SRRN.

A partir del modelo digital de elevaciones se obtuvieron los mapas de pendientes y orientaciones del área de estudio que se muestran en las figuras 9 y 10 respectivamente.

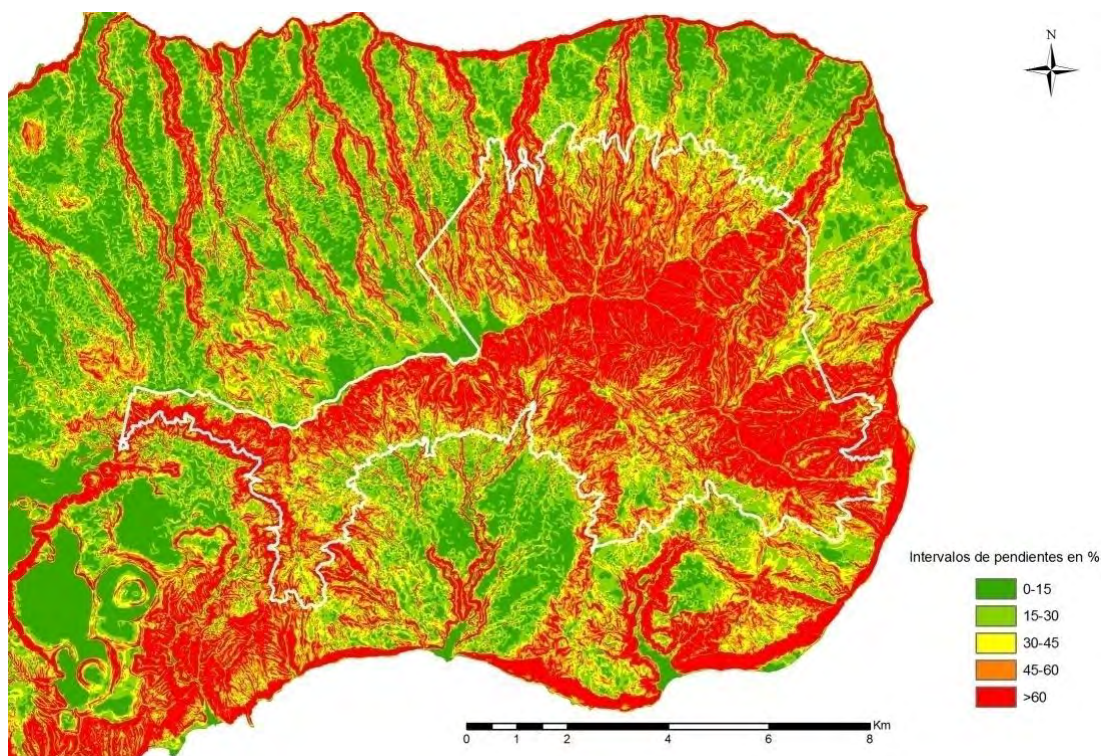


Figura 9 Mapa de pendientes (%) de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. Elaboración propia a partir de la cartografía vectorial suministrada por la SRRN.



Se observa en la figura 9, como la mayor parte del área de estudio presenta una pendiente muy fuerte, superior al 60%. Este factor ha sido determinante en este trabajo por ser el principal condicionante de acceso al territorio.

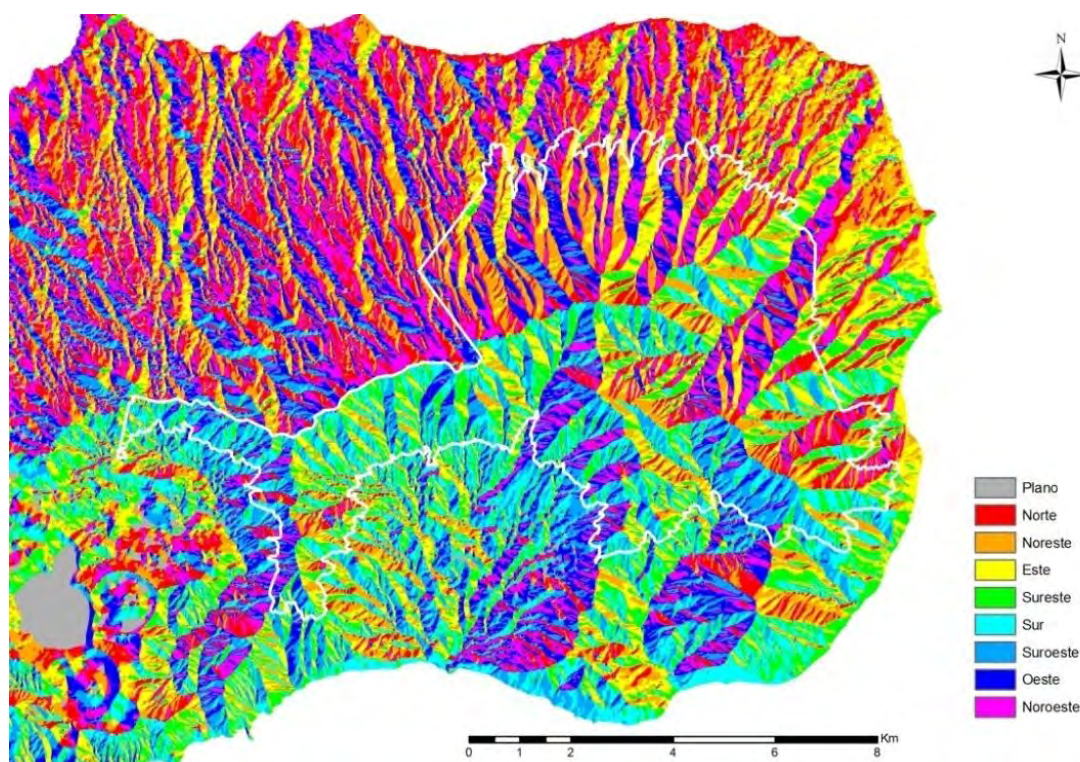


Figura 10 Mapa de orientaciones de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. Elaboración propia a partir de la cartografía vectorial suministrada por la SRRN.

Como se puede observar en la figura 10, en líneas generales, la cadena montañosa que transcurre de oeste a este de la isla marca claramente el límite entre la solana y la umbría en el territorio de estudio. Observamos como los tonos rojos, rosas y naranjas conforman la umbría situándola principalmente desde la cresta de la montaña hacia el norte y en una de las laderas del valle de la Ribeira do Guilherme. Por el contrario, la solana está representada por los colores verde y azul, y se sitúa desde la cresta de la montaña de la Serra da Tronqueria hacia el sur y en la ladera opuesta orientada hacia la umbría del valle de la Ribeira do Guilherme.

Tabla 4 Porcentaje de área según la orientación.

Orientación	Superficie ocupada (ha)	Área relativa de la ZEPA (%)
Plano	813,45	13,43
Norte	722,33	11,9
Noreste	738,65	12,17
Este	691,70	11,4
Sureste	657,72	10,84
Sur	622,78	10,25
Suroeste	638,29	10,52
Oeste	664,76	10,96
Noroeste	517,42	8,53

En la tabla 4 se observa como todas las orientaciones presentan una superficie y porcentaje en el área de estudio de la misma magnitud.

**Hidrografía:** Toda la superficie del área de estudio presenta una densa red de drenaje, caracterizada por cursos de agua de carácter torrencial, cuya actividad es consecuencia directa de las elevadas precipitaciones, relieve accidentado y fuertes pendientes.

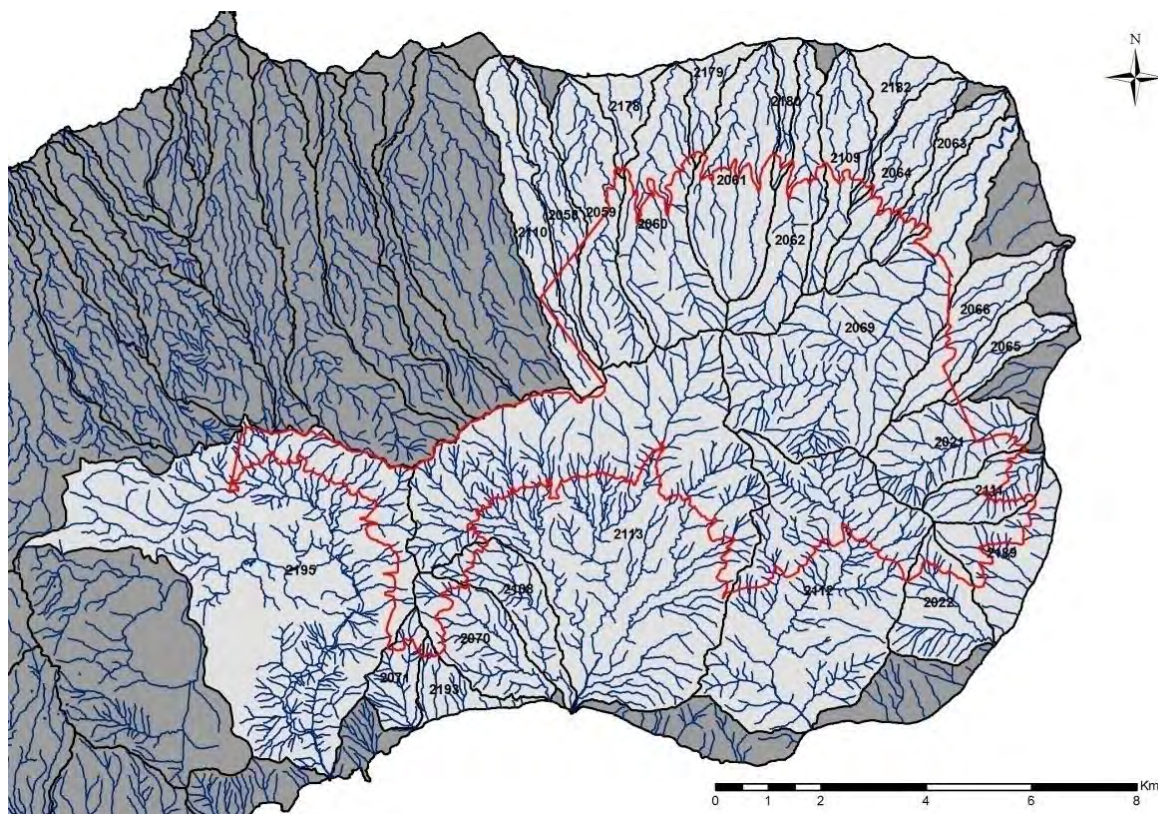


Figura 11 Red Hidrográfica y división de las cuencas incluidas en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.

De entre los cursos de agua existentes destacamos el curso de agua permanente Ribeira do Guilherme, que da nombre a la ZEPA y cuya cuenca está representada el código 2069 en la figura 11.

Tabla 5 Código, nombre y superficie total de las cuencas que intersectan con la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.

<b>Código de la cuenca</b>	<b>Nombre</b>	<b>Superficie total (ha)</b>
2021	Ribeira Tosquiada	400,4
2022	Desconocido	303,2
2058	Ribeira Do Folhado	272,9
2059	Riberira Da Mulher	498,1
2060	Ribeira Despe-te que suas	638,2
2061	Ribeira Santo Antonio	578,3
2062	Ribeira Da Água	407,1
2063	Grota da Giesta	197,2
2064	Ribeira Do Araiado	335,6
2065	Grota da Cancela	154,2
2066	Desconocido	339,7
2069	Ribeira Do Guilherme	1370,8
2070	Ribeira De Pelanes	358,3
2071	Desconocido	161,5
2108	Ribeira Poiso dos Pombos	272,0
2109	Ribeira de João de Herodes	304,4
2110	Ribeira da Achada	385,6
2111	Ribeira Dos Caminhos	206,1
2112	Ribeira do Faial da Terra	1541,7
2113	Ribeira da Povoação	2911,6
2178	Desconocido	136,6
2179	Desconocido	133,6
2180	Desconocido	94,5
2182	Desconocido	189,7
2189	Desconocido	337,6
2193	Desconocido	132,5
2195	Ribeira Quente	2611,3

Características del clima:

## A. Aspectos climáticos generales.

El clima en Azores esta principalmente marcado por la localización geográfica de las islas en el contexto de la circulación global atmosférica y por la influencia del océano del cual emergen. De una forma general, el clima puede ser caracterizado por suaves temperaturas, elevados índices de humedad del aire, valores de radiación solar bajos, por lluvias regulares y abundantes, y por un régimen de vientos fuertes.

Las cuatro estaciones del año, típicas de climas templados, son reconocibles. Los inviernos son lluviosos pero no se manifiestan muy rigurosos. La presencia de nieve, siendo esporádica, solo aparece en zonas altas. La precipitación está presente todo el año, incluso los meses de verano, aunque con mucha menos intensidad. La precipitación de origen frontal se ve reforzada por la precipitación de origen orográfico del interior de la isla. Los veranos son cálidos y bastante más soleados que el resto de año.

El periodo de tempestades, siendo más frecuentes en invierno pueden ocurrir a finales de verano y en otoño por el efecto esporádico de las tormentas tropicales en evolución próximas al archipiélago (Azevedo, 2001).

### B. Distribución espacial de las principales variables climáticas

A falta de representatividad en el área de estudio de estaciones meteorológicas, para la caracterización climática del área de estudio se han utilizado los resultados obtenidos a partir del modelo climático CIELO (Clima Insular a Escala Local) desarrollado por Azevedo (1996) y Azevedo *et al.* (1999), disponible en el ámbito del proyecto CLIMAAT (Clima e Meteorología dos Arquipélagos Atlânticos).

Este modelo CIELO, desarrollado en la Universidade dos Açores, pasa por ser un Raster SIG parametrizado a partir del Modelo Digital de Elevaciones (MDE), el cual es virtualmente orientado de acuerdo con la dirección de la circulación del aire.

A su vez, este modelo se divide en dos sub-modelos. El primero, donde el efecto Föhn asume un papel importante, se reproduce la dinámica de los procesos que regulan la variación de temperatura, nubosidad de origen local y precipitación. El segundo, influenciado principalmente por la nubosidad orográficas producido por el modelo anterior y teniendo en cuenta la sombra producida por el relieve, se creó las variables ajustadas a la topografía (Azevedo *et al.*, 1998).

Desarrollado en entorno SIG, se ha elaborado para este estudio la distribución espacial de las principales variables climáticas que el modelo CIELO ofrece: precipitación (mm), temperatura (°C), radiación solar (Mj/m<sup>2</sup>/mes), humedad relativa del aire (%) y velocidad del viento (km/h) en la superficie ocupada por la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.



## ➤ Temperatura:

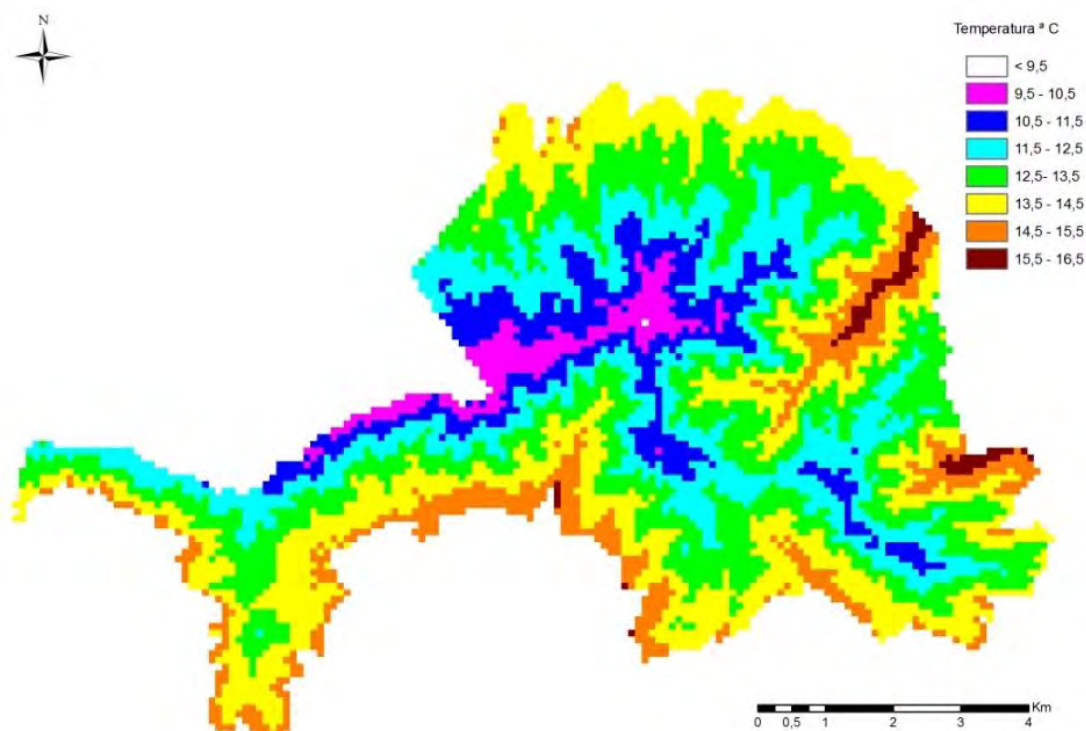


Figura 12 Representación espacial de la Temperatura media mensual (°C) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3.

De la observación de la representación espacial de la temperatura media según el modelo CIELO podemos concluir que existe una relación directa entre la altitud y la temperatura, correspondiendo las temperaturas más bajas las cotas superiores.

De la figura 12 observamos, el Pico da Vara (pixel de color blanco) en el lugar que registra la temperatura más baja, inferior a 9,5 °C; mientras que las temperaturas más altas corresponden al valle del arroyo Ribeira do Guilherme con valores entre 15,5 y 16,5 °C de temperatura (píxeles de color castaño oscuro).

Además se observa que la amplitud térmica anual en toda el área es reducida, con un valor que oscila entre los 6 y 7 °C.



## ➤ Precipitación:

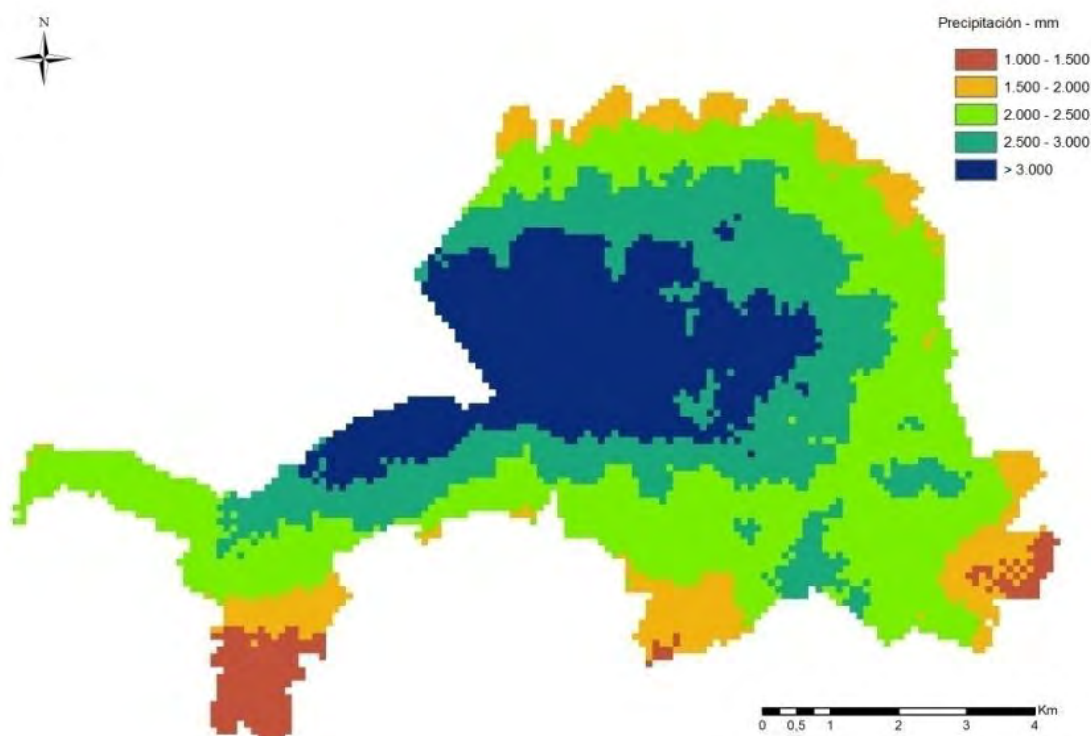


Figura 13 Representación espacial de la Precipitación anual en (mm/año) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO.. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3.

En la figura 13 vemos que la representación espacial de precipitación en el área de estudio presenta valores muy altos, de más de 3600 mm/año localizados en las zonas más altas y hacia el norte; y valores más bajos, de hasta 3 veces menos, hacia el sur y en cotas más bajas.

Al igual que ocurre con la temperatura se observa la relación directa entre la precipitación y la altitud. Sin embargo, al contrario que con la temperatura, la amplitud de precipitación es bastante significativa, con un valor aproximado de 2000 mm/año.

## ➤ Radiación solar:

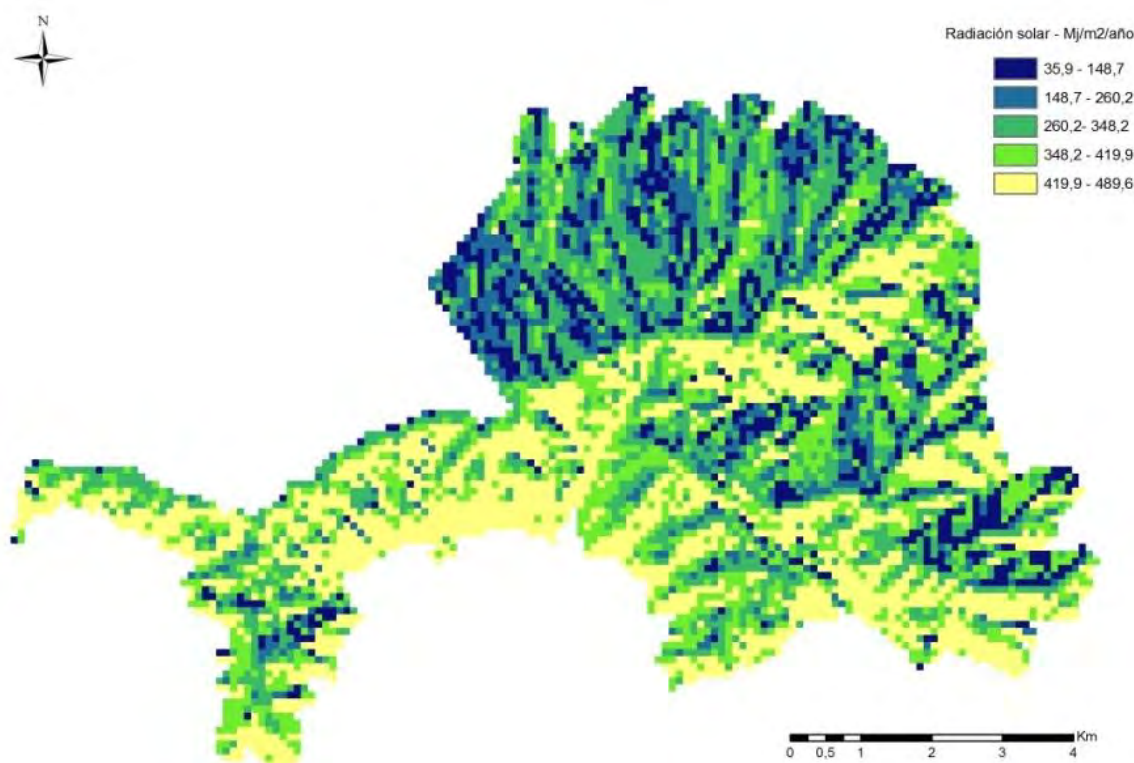


Figura 14 Representación espacial de la radiación solar ( $\text{Mj}/\text{m}^2/\text{año}$ ) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3.

Se observa que los valores más elevados de radiación se localizan en las laderas orientadas hacia el sur (solana) mientras que las laderas orientadas hacia el norte (umbría) se observan valores más bajos.

Además, esta situación puede deberse a la ubicación de la isla en la región atlántica, lugar de confrontación de masas de aire con características distintas, lo que provoca que gran parte del tiempo este bajo la acción de las nubes de origen frontal. Por otro lado, el hecho de que las islas presentan obstáculos al avance de estas masas de aire húmedo que chocan con el relieve, provocan que gran parte del tiempo se encuentren bajo el efecto del mar de nubes. Estas circunstancias provocan que presenten valores de radiación solar bajos, del orden del 35 % media anual, comparado con el total de horas de sol posibles. Este hecho se traduce en, aproximadamente, 1600 horas de sol a cielo descubierto al año.

## ➤ Velocidad del viento:

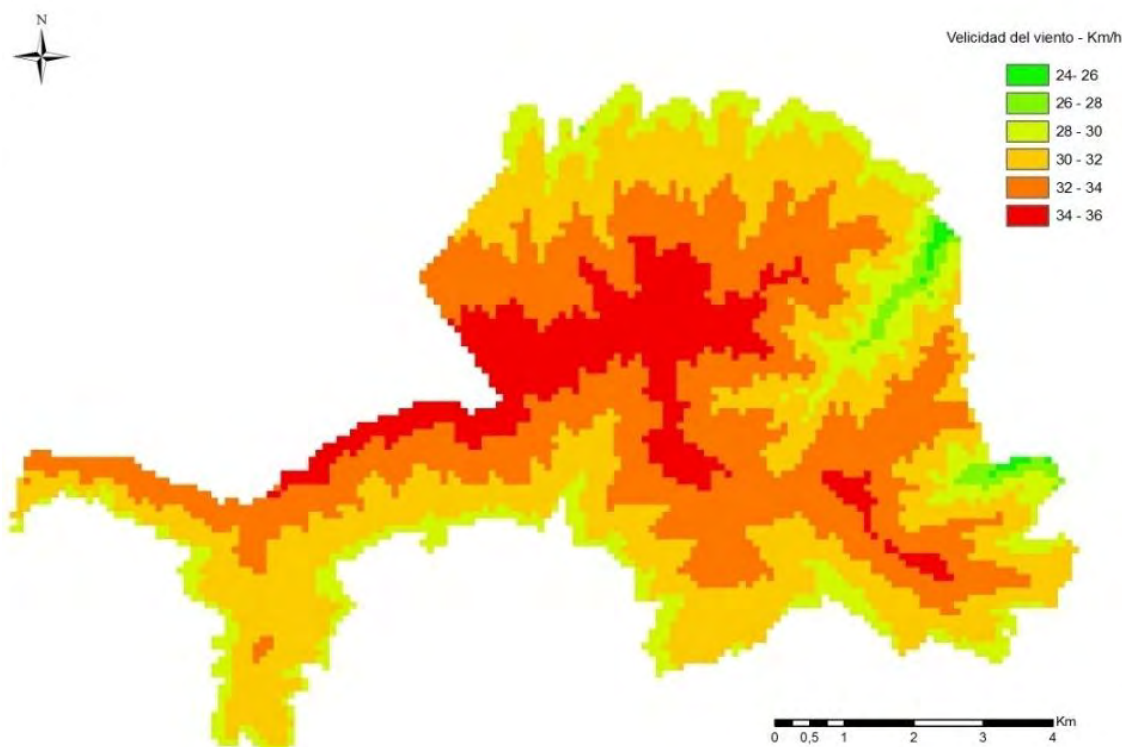


Figura 15 Representación espacial de la velocidad media del viento (km/h) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3.

Se observa que las áreas más expuestas a los vientos son las zonas de mayor altitud del área de estudio. Los valores más elevados (34 – 36 km/h) se distribuyen a lo largo de la cadena montañosa, desde el Planalto de los Graminhais hasta el Pico da Vara extendiéndose en dirección norte del área de estudio, pasando por el Pico Verde y la zona de Pico Bartolomeu.

A lo largo del año el viento sopla de manera regular, más moderado en los meses de verano y de forma más intensa en los meses de invierno. Durante todo el año predominan los vientos del cuadrante oeste. De una forma generalizada, en invierno las bajas presiones conducen a que los vientos rodeen la isla por el norte y de oeste a este. Durante el verano, bajo la acción de las altas presiones, los vientos dominantes son de componente suroeste (Azevedo, 2001)

Por último, podemos decir que al igual que ocurre con las variables precipitación y temperatura, la velocidad del viento también tiene relación directa con la altitud, alcanzándose valores elevados en las zonas altas.

## ➤ Humedad relativa:

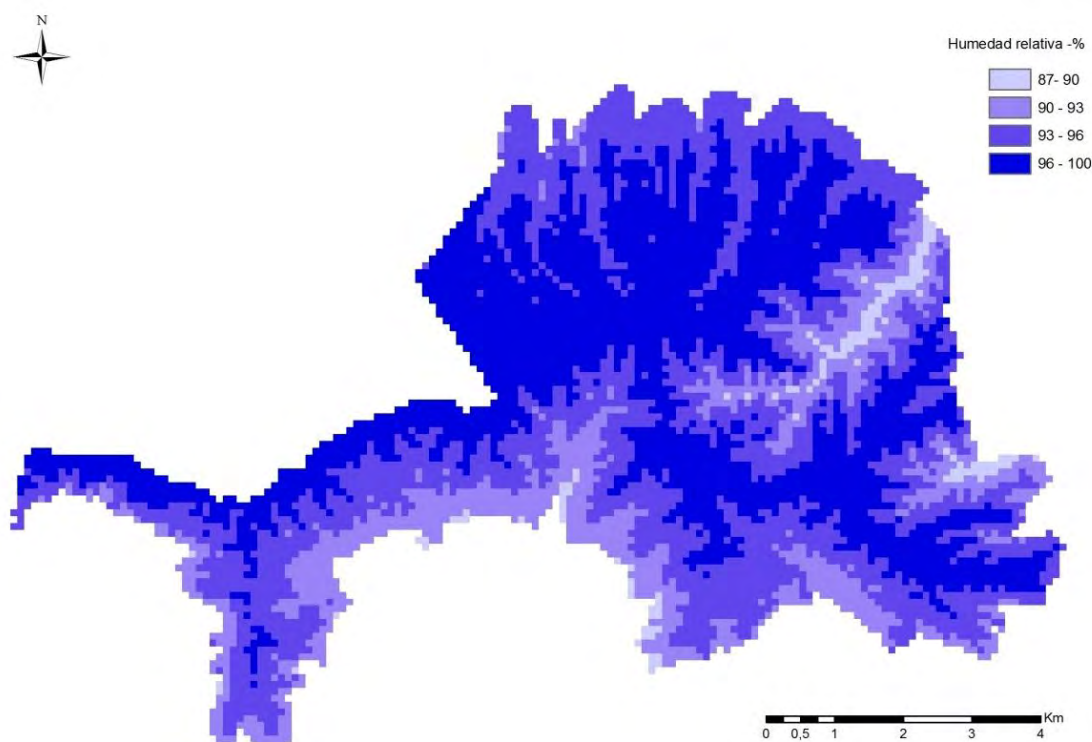


Figura 16 Representación espacial de la humedad relativa (%) en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme según el modelo CIELO.. Fuente: Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3.

En la figura 16 se observan los valores elevados de humedad relativa. Las zonas de humedad relativa mayor, entre el 96 y 100 % se sitúan hacia el norte de la ZEPA y en las zonas de mayor altitud.

Los valores de humedad relativa varían a lo largo del día acompañando de manera inversa la evolución de la temperatura del aire. Por la mañana, la humedad relativa se sitúa de media próxima al 80%, disminuyendo ligeramente hasta el 77 % durante la tarde y subiendo hasta el 87 % durante la noche (Azevedo, 2001).

Dado el carácter predominante de origen tropical de las masas de aire que asolan a la isla por el sur, bien como los fenómenos de condensación y precipitación horizontal en las zonas más altas, la humedad del aire tiende a ser inferior en la costa norte en comparación con la costa sur. Cuando la circulación atmosférica proviene de norte, el aire es significativamente más seco.

En el interior de la isla, a partir de 400 metros de altitud, se alcanza con frecuencia el punto de saturación (Azevedo, 2001).

## C. Climodiagrama

Del análisis de los valores del modelo CIELO se han obtenido los datos de temperatura y precipitación (tabla 6) para el cálculo del climodiagrama de Walter-Leith para el territorio de estudio (figura 17).

Tabla 6 Valores de temperatura y precipitación mensuales simulados por el modelo CIELO para el área de estudio. Siendo T, temperatura media (°C); P precipitación media (mm); M, Temperatura media de las máximas (°C); m, Temperatura media de las mínimas (°C); M, Temperatura máxima absoluta (°C); m, Temperatura mínima absoluta (°C).

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media anual
T	9,98	9,48	10,05	10,36	11,99	14,14	16,41	17,64	17,05	15,09	12,70	11,06	13,00
P	297,56	230,20	234,45	177,81	145,89	94,54	73,62	109,18	241,8	262,39	338,73	306,86	2513,04
<u>M</u>	12,72	12,38	12,84	13,36	15,30	17,38	19,96	21,28	20,44	18,44	15,49	13,85	16,11
<u>m</u>	7,24	6,59	7,25	7,37	8,84	11,89	12,87	14,00	13,66	11,74	9,92	8,27	9,89
M	16,30	15,90	16,30	16,70	18,60	20,70	23,10	24,60	23,80	21,80	18,70	17,30	19,40
m	3,50	2,80	3,60	3,70	5,30	7,40	9,40	11,70	10,30	8,30	6,30	4,60	6,33

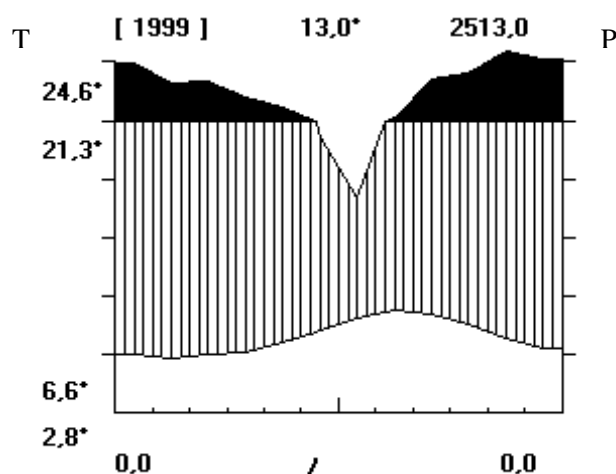


Figura 17 Climodiagrama de la ZEPA Pico da Vara Ribeira do Guilherme. Fuente: Manrique y Sarmiento. Programa Wclimoal. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.

De acuerdo con la clasificación de Rivas-Martínez, el clima es templado hiper-oceánico. No presenta sequía estival, ni periodo de aridez. Tampoco periodo de helada. El periodo vegetativo es de 12 meses.

La precipitación anual es de 2513 mm registrándose valores por encima de 100 mm/mes durante 10 meses del año (todos los meses excepto junio y julio). El valor de precipitación más bajo corresponde a el mes de julio con 73.6 mm.

La temperatura media anual es de 13 °C, con una oscilación térmica de 6,2 °C. La temperatura media de las máximas del mes más cálido corresponde a agosto con 21,28 °C. La temperatura media de las mínimas del mes más frío corresponde al mes febrero con 6,59 °C. La temperatura máxima absoluta corresponde a agosto con un valor de 24,6 °C mientras que la mínima absoluta corresponde a febrero con 2,8°C.

Características del suelo:

## A. Marco geológico

Las diferentes islas del archipiélago de Azores emergen a partir de la conocida como Plataforma de Azores. Esta zona de forma triangular, donde se unen las placas tectónicas Americana, africana y Euroasiática, presenta una importante actividad sísmica y volcánica.

La geología de la isla de São Miguel está marcada por la presencia de tres volcanes centrales activos (volcán de Sete Cidades, Fogo y Furnas), asociados a erupciones explosivas de magma de naturaleza traquítica, lo que permite comprender el origen de las calderas de gran diámetro que ocupan las zonas altas de estos sistemas volcánicos de edad cuaternaria (Forjaz, 1984).

Según Zbyszewsky *et al.* (1958), São Miguel se divide en 6 complejos volcánicos que en orden decreciente de edad son: complejo volcánico de Nordeste, complejo volcánico de Povoação, complejo volcánico de Furnas, complejo volcánico de Sete Cidades, complejo volcánico de Fogo y complejo volcánico de Picos.

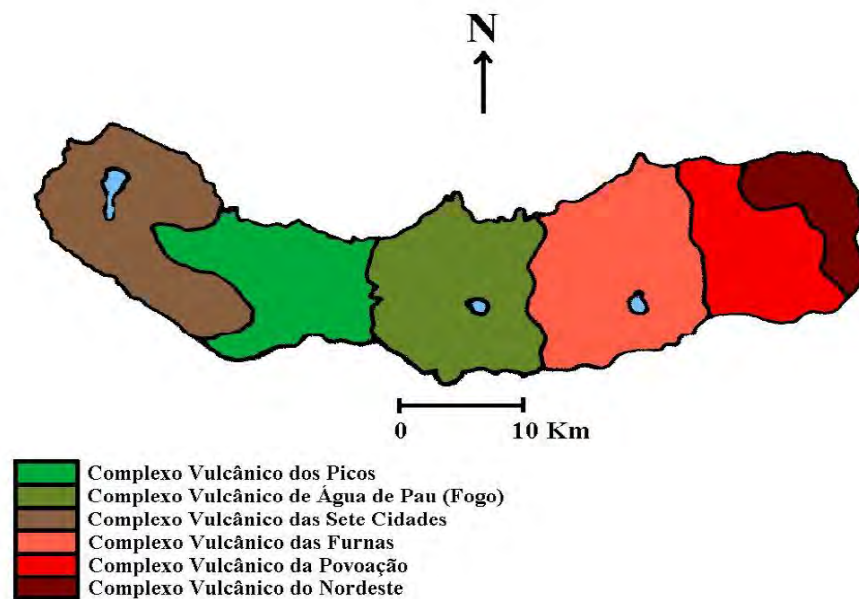


Figura 18 Complejos volcánicos de la isla de São Miguel. Fuente: Adaptado de Forjaz, (1984). Extraído del documento Plano de gestão de recursos hídricos da ilha de São Miguel, caracterização e diagnóstico da situação de referência. Volume 2. Serviço Regional dos Recursos Naturais (SRRN).

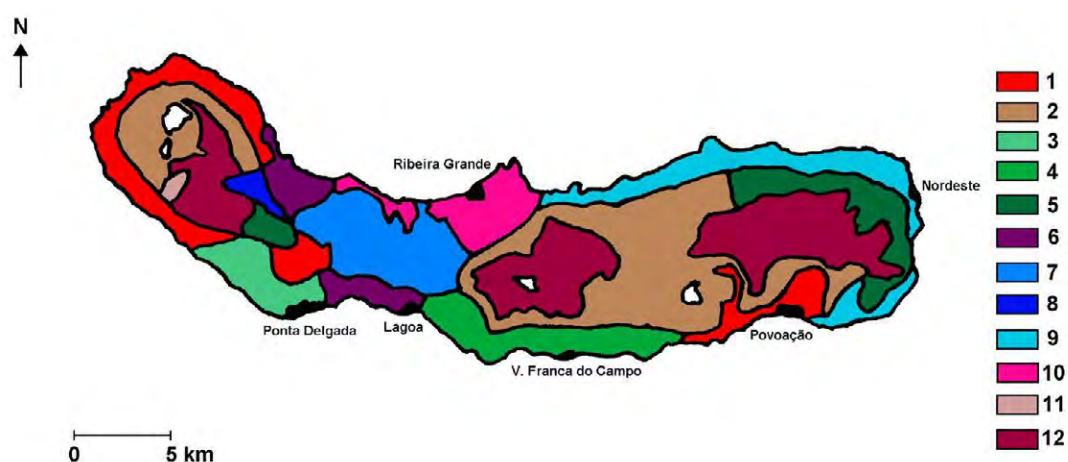
El área de estudio está formada por los complejos volcánicos de Povoação, Nordeste y Furnas. El sector norte y noreste de la ZEPA está constituido por el complejo volcánico de Nordeste, el más antiguo de la isla. El sector central de la ZEPA está constituido por el complejo volcánico de Povoação, formado por flujos de lava y depósitos piroclásticos. Por último, el sector sureste de la ZEPA constituido por el complejo volcánico de Furnas corresponde a un volcán central formado por productos traquíticos resultantes de la actividad volcánica de carácter explosivo.



## B. Tipos de suelo

Atendiendo a su naturaleza volcánica, los suelos de las islas presentan características peculiares según los diferentes tipos de materiales de origen. De forma generalizada, se trata de suelos jóvenes que han evolucionado bajo condiciones de clima atlántico y húmedo.

Los suelos en la isla de São Miguel, por iniciativa de estructuras regionales, fue cartografiado a escala 1:200.000 por Ricardo *et al.* (1977). Esta cartografía está lejos de estar completa. En los respectivos documentos cartográficos fue utilizado el sistema de clasificación propuesto por Ricardo *et al.* (1977) que no se encuadra a nivel nacional (Classificação de Solos de Portugal - CSP) ni a nivel internacional (World Reference Base for Soil Resources - WRB). El problema radica en el hecho de que las metodologías seguidas en la caracterización de las unidades de suelo no han sido las más adecuadas para los tipos de suelo, puesto que la amplia mayoría de ellos de encuadra en los Andosoles y su clasificación exige una metodología específica (Madeira, 1998). Sin embargo estudios posteriores permiten conocer con detalle las principales tipos de suelo posibilitando su encuadre en el sistema WRB.



Leyenda: 1. Andossolos Saturados Normais; 2. Andossolos Insaturados Normais; 3. Andossolos Saturados Normais e Andossolos Saturados Pouco Espessos; 4. Andossolos Saturados Normais e Regossolos Cascalhentos; 5. Andossolos Insaturados Normais e Andossolos Insaturados Pouco Espessos; 6. Terreno Rochoso, Solos Delgados e Andossolos Saturados Pouco Espesso; 7. Terreno Rochoso, Solos Delgados Alofânicos e Regossolos Cascalhentos; 8. Andossolos Insaturados Normais e Andossolos Ferruginosos; 9. Andossolos Saturados Normais, Andossolos Saturados Pouco Espesso e Solos Pardos Ândicos; 10. Andossolos Saturados Normais, Andossolos Saturados Pouco Espessos e Solos Delgados Alofânicos; 11. Solos Delgados Alofânicos, Andossolos Insaturados Normais e Andossolos Insaturados Pouco Espessos; 12. Solos Delgados Alofânicos e Andossolos Saturados Pouco Espessos.

Figura 19 Esbozo de los tipos de suelo presentes en la isla de São Miguel. Fuente: Adaptado de Ricardo *et al.* (1977). Extraído del documento Plano de gestão de recursos hídricos da ilha de São Miguel, caracterização e diagnóstico da situação de referência. Volume 2. Serviço Regional dos Recursos Naturais (SRRN).

Para el presente estudio, se dispone de la clasificación y nomenclatura propuesta por Ricardo *et al.* (1977). En la figura 19 están representados los principales tipos de suelos descritos para la isla de São Miguel.

La ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme, situada en la zona oriental de la isla, se puede incluir sobre el esbozo de tipos de suelo de la figura 19 en los números: 6 (suelos rocosos, delgados, Andosoles saturados poco espesos), 5 (Andosoles insaturados normales y Andosoles saturados poco espesos) y parcialmente el 2 (Andosoles insaturados normales).

Los Andosoles son suelos que derivan de materiales piroclásticos. En la fracción argilosa de estos suelos existen materiales de baja ordenación estructural, especialmente alófana, imogolite, silica opalina y ferrihidrite (Pinheiro 1990). Estos materiales presentan propiedades muy distintas de otros suelos minerales, como la baja densidad aparente, porosidad elevada, dificultad de dispersión, elevada capacidad de retención de agua, alteración irreversible después de seco, gran poder de fijación de fosfatos, carga variable asociada a altos valores de pH en NaF y bajo contenido en bases.

Los perfiles de los Andosoles pueden presentarse poco diferenciados, siendo los horizontes de tipo A-C para los Andosoles Vitricos o de tipo A-Bw-C para los más evolucionados.

Con cierta frecuencia, los perfiles son más complejos debido a la existencia de suelos soterrados resultantes de la intermitente actividad volcánica. En climas marcados por la abundancia de agua, puede ocurrir, a una cierta profundidad que varía entre los 15 y 40 centímetros, la acumulación de óxidos de hierro, parcialmente cimentado, y a veces con características de un verdadero horizonte plácico. Según Madrugada (1995), este tipo de horizonte, que de forma general, se encuentra asociado a condiciones de drenaje escaso, puede surgir en la transición de dos capas de igual edad y textura, bajo suelos orgánicos, o bien en situaciones que envuelven discontinuidades litológicas.



Vegetación: Basándonos en el inventario forestal de la isla de São Miguel del año 2009, en los trabajos de fotointerpretación y cartografía de la vegetación en la ZEPA elaborados hasta la fecha y en la observación directa del terreno llevada a cabo en este estudio, se han identificado de forma simplificada las principales formaciones vegetales dominantes que actualmente podemos encontrar en la ZEPA, estas son:

- masas monoespecíficas de producción de *Cryptomeria japonica*;
- masas monoespecíficas de protección cuya especie principal es *Pittosporum undulatum*;
- masas pluriespecíficas de protección cuya especie o especies dominantes son especies alóctonas (formaciones arbóreas de *Pittosporum undulatum* acompañadas por *Laurus azorica* – *Morella faia*; formaciones arbóreas de *Clethra arborea* acompañadas por *Laurus azorica* – *Erica azorica*)
- masas pluriespecíficas de protección cuya especie o especies que las forman están dominadas por especies autóctonas y alóctonas (bosques de Laurisilva – *Clethra arborea*; y bosques de *Juniperus brevifolia* – *Clethra arborea*)
- masas pluriespecíficas de protección formadas por especies autóctonas (Laurisilva mésica y Laurisilva húmeda)
- matorrales de alta montaña formados por *Juniperus brevifolia*, *Calluna vulgaris* y *Erica azorica*
- turberas con cubierta arborea, cuya especie dominante es *Juniperus brevifolia*
- turberas ombrotróficas de *Sphagnum* spp.
- prados naturales de alta montaña de herbáceas de la familia Poaceae
- zonas rasas colonizadas por vegetación herbácea de carácter invasor como *Hedychium gardnerianum*, *Leycesteria formosa* y *Gunnera tinctoria*.

## 2.4. ESTADO SOCIOECONOMICO

Las características demográficas y los comportamientos de la población que reside en determinado territorio representan condicionantes para definir políticas y estrategias en el dominio económico y social. En este apartado se presentan y analizan los principales indicadores socioeconómicos que influyen directamente sobre la ZEPA Pico da Vara/Ribeira do Guilherme, destacando principalmente los concejos de Nordeste y Povoação.

**Demografía:** El Instituto Nacional de Estadística portugués (INE) estimó que en el año 2009 residían en la isla de São Miguel 134.286 habitantes. La distribución de la población en la isla no es homogénea en los 6 concejos que la componen. Los concejos de Povoação y Nordeste con el 5% y 4% respectivamente, son los menos poblados. Su población se encuentra concentrada en las áreas urbanas, el resto de superficie de ambos concejos está formado por amplias zonas de pasto y matorral sin ocupación humana, tanto dentro como fuera de la ZEPA.

La distribución de habitantes por términos municipales en ambos concejos es la siguiente:

Tabla 7 Número de habitantes por término municipal. Fuente: INE (Censos 2001).

<b>Povoação</b>	<b>Término municipal</b>	<b>Nº hab.</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Término municipal</b>	<b>Nº hab.</b>
	Água Retorta	497		Achada	503
	Faial da Terra	377		Achadinha	561
	Furnas	1541		Lomba de Fazenda	885
	Nossa Senhora dos Remédios	1072		Nordeste	1383
	Povoação	2441		Nordestinho	960
	Ribeira Quente	798		Salga	550
				Santana	449
	<b>TOTAL</b>	<b>6726</b>		<b>TOTAL</b>	<b>5291</b>

Se observa que el concejo de Povoação presenta un mayor número de habitantes que Nordeste. El término municipal con mayor número de habitantes es Povoação con 2441, por el contrario el término municipal con menor número de habitantes es Faial da Terra, ambos términos pertenecientes al concejo de Povoação.

La población en ambos concejos ha venido decreciendo desde los años 50. La principal causa que ha llevado a este decrecimiento es la tasa de migración.

Tabla 8 Tasa de variación de la población residente (1999 – 2009) por concejos y grupos de edad. Fuente: Extraído del documento Plano de gestão de recursos hídricos da ilha de São Miguel, caracterização e diagnóstico da situação de referência. Volume 2. Serviço Regional dos Recursos Naturais (SRRN.)

<b>Grupo de edad</b>	<b>Povoação</b>	<b>Nordeste</b>
0 – 14 años	-15,9	-10,9
15 – 24 años	-11,1	-14,0
25 – 64 años	17,9	14,1
65 – mayores de 65 años	-0,2	1,2

Entre los años 1999 y 2009 se observa en la tasa de variación como en los grupos de edad de 0 – 14 años y 15 – 24 años, existe un decrecimiento de la población para ambos concejos, mientras que la población entre los 25 – 64 años presenta un crecimiento prácticamente similar.

La ausencia de información detallada referente a las migraciones en ambos concejos impide realizar un análisis más profundo sobre los padrones de migraciones y las causas que los provocan. Sin embargo, se conoce que el concejo de Povoação, a lo largo de estos años, ha asistido a un éxodo de su población hacia países de América de Norte, llegando a alcanzar el tercer mayor índice de emigración de Portugal (Censos 2001), lo que llevo a un abandono y degradación de las áreas urbanas.

Por otro lado, se especula que la tasa de migración positiva este unida a la oferta de empleo cualificado generado en este territorio y que en la mayor parte de los casos es ocupado por técnicos superiores llegados desde fuera del archipiélago. La principal razón que lleva a personas de fuera del archipiélago a ocupar estos puestos de trabajo es la elevada tasa de analfabetismo y la escasa población que posee formación de nivel superior.

Tabla 9 Densidad poblacional con base a los datos del Censo de 2001. Fuente: INE.

Unidad geográfica	Área/Km <sup>2</sup>	Población residente	Hab/Km <sup>2</sup>
Región Autónoma de Azores	2.321,9	241.762	104
Isla de São Miguel	744,6	131.608	177
Povoação	106,4	6.726	63
Nordeste	100,6	5.291	53

La isla de São Miguel presenta una densidad poblacional de 177 habitantes/Km<sup>2</sup>, siendo muy superior a la densidad poblaciones en todo el archipiélago. Los concejos de Povoação y Nordeste, con 63 y 53 habitantes/Km<sup>2</sup> respectivamente, tienen una densidad poblacional baja comparada con la isla o el archipiélago, se podría decir de alrededor de 3 veces menos.

Para el cálculo de población fluctuante fueron considerados los siguientes tipos de población: ocupantes temporales de viviendas no habitadas y turistas.

Tabla 10 Numero de turistas, ocupantes temporales y población fluctuante. Fuente: Extraído del documento Plano de gestão de recursos hídricos da ilha de São Miguel, caracterização e diagnóstico da situação de referência. Volume 2. Servicio Regional dos Recursos Naturais (SRRN).

Indicador	Año	Isla de São Miguel	Povoação	Nordeste
Ocupantes temporales	2001	2406	387	198
	2009	2481	403	204
Turistas	2001	1427	0	0
	2009	1790	81	-
Población fluctuante	2001	3832	387	198
	2009	4271	483	-

Se observa en la tabla 10 que existe ausencia de datos relativos al número de turistas de 2009 en el concejo de Nordeste lo que no ha permitido calcular el número de turistas por concejo ni la población fluctuante.

Empleo: La tasa de desempleo en ambos concejos es considerablemente superior al conjunto del archipiélago. De forma generalizada, el concejo de Nordeste presente la mayor tasa de desempleo en la Región Autónoma de Azores con un valor de 11,2%, con grandes diferencias entre los diferentes términos municipales, mientras que Povoação presenta una tasa de desempleo de 7,3 % más próxima al 6,6% de tasa de desempleo perteneciente al archipiélago.

Principales actividades económicas: En ambos concejos es notable el peso que tiene el sector primario en la economía local, correspondiendo en su mayoría a actividades agropecuarias.

En el concejo de Nordeste el sector terciario derivadas de la electricidad pasan a ser la gran fuente de empleo, dejando atrás al sector primario. Sin embargo, el principal motor económico de este concejo depende fundamentalmente de las actividades agrícolas, del comercio familiar y de la industria de construcción civil. En todos los términos municipales del concejo la producción de patata y maíz y la cría de ganado bovino para la producción de leche, y en menor medida para producción de carne son las actividades con mayor peso. Referente al turismo, un sector que se encuentra en expansión, las pequeñas empresas privadas dedicadas a hostelería van ganando terreno contribuyendo así a la venta de artesanía y productos tradicionales.

De igual modo que el concejo de Nordeste, el concejo de Povoação presenta una fuerte dependencia económica del sector primario, aunque en este caso está más relacionado con la industria pecuaria que con la agricultura. Las actividades que más contribuyen al empleo local son la agricultura, seguido de la construcción, la administración pública, el comercio y la educación. La industria transformadora está concentrada en industrias de serrería de madera y de carpintería, cuya dimensión es de tipo familiar. En este concejo destaca el término municipal de Furnas, que al contrario que el resto, su fuente económica es el sector turístico, presentando varios tipos de alojamientos y restauración generada por el potencial hidrotermal de la zona.

## 2.5. RIESGOS Y AMENAZAS

La conservación del medio natural en la región macaronésica presenta problemas similares. Los diferentes aprovechamientos del hombre como la agricultura, el turismo o el uso urbano, compiten por el suelo y los recursos naturales básicos. Esta competencia, junto a la introducción de animales y plantas exóticas supone que buena parte de la flora de la región se encuentre seriamente amenazada, o en algunas ocasiones extinta.

Se considera una amenaza para una especie cuando esta supone la pérdida o degradación de sus hábitats naturales o la que se deriva de la afección directa de especies exóticas. Ambos factores son los principales causantes de la extinción o disminución de la presencia de especies que anteriormente eran comunes (Gaston & Fuller, 2008).

Las principales amenazas identificadas en este estudio para la especie *Juniperus brevifolia* son:

- Pérdidas y degradación de su hábitat provocado esencialmente por: el cambio de uso de suelo, el desarrollo urbano, la construcción de infraestructuras y el desarrollo agrícola.
- La elevada de presencia de especies de plantas exóticas que compite de forma directa con la especie.
- El uso turístico-recreativo inadecuado de los lugares donde aparece la especie.
- La fragmentación de sus bosques, dificultando así la dispersión y regeneración de las áreas potenciales de distribución.
- Poblaciones elevadas de conejos y roedores son capaces de preñar el regenerado y sus semillas de forma indiscriminada limitando su desarrollo.
- Las escasas poblaciones de aves que se alimentan de sus gálbulos disminuye la capacidad de dispersión de sus semillas, siendo necesaria para esta especie puesto que el paso por el intestino de pequeñas aves ayuda a la germinación de sus semillas.

Además de las amenazas existen otros factores de riesgo de carácter natural que pueden afectar a las poblaciones de la especie. Aunque su incidencia no es frecuente, en determinadas circunstancias puede provocar una disminución del número de individuos o de las áreas potenciales de distribución por debajo de los valores mínimos que garanticen su supervivencia.

El riesgo más relevante y que ocurre con mayor frecuencia son los deslizamientos de tierra, sobre todo en zonas con fuertes pendientes y de mayor altitud. Hay que señalar que este fenómeno forma parte de la dinámica natural de la vegetación nativa y en especial de *Juniperus brevifolia* cuya regeneración está asociada a la apertura de claros provocados por perturbaciones (Elias e Dias, 2008).

Otro riesgo de gran importancia es el impacto provocado por eventuales vendavales y tempestades dando lugar a derribos.

Por último, debido al origen geológico de la zona, las erupciones volcánicas y fenómenos sísmicos son un riesgo potencial.

## 2.6. ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La delimitación de diferentes zonas dentro de la ZEPA surge debido a la dificultad de interpretar el área de estudio y la heterogeneidad de factores que presenta. Los principales criterios que nos ha llevado a realizar esta división han sido fragmentación de hábitats existentes y la accesibilidad a la zona.

Con la ayuda de los sistemas de información geográfica y la cartografía disponible (límite de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme, altimetría, red viaria, altimetría, hidrografía e vegetación según el inventario forestal del año 2009) se realizó el siguiente análisis:

En primer lugar, se ha seleccionado de entre los diferentes registros del inventario forestal, aquellos denominados “Espaços naturais ou semi-naturais”, correspondientes a la vegetación natural.

En estas superficies se asume que *Juniperus brevifolia* estará presente, descartando el resto del área de estudio por tener un uso agrícola y/o forestal de producción (plantaciones de *Cryptomeria japonica*). De esta forma se reduce el área de observación en un 65,8 % (Total de la ZEPA = 6067 ha / Total vegetación natural = 2075 ha), centrándonos exclusivamente en 2075 hectáreas de vegetación natural según el inventario forestal.

Por tanto, bajo esta premisa, se ha decidido establecer estas superficies como las áreas potenciales de presencia de formaciones de la especie.

En segundo y último lugar, según la heterogeneidad de la zona en cuanto a orografía y poblaciones existentes se divide la ZEPA en 5 zonas:

**Fragmentos de bosque de Laurisilva:** Corresponde a las superficies con cabidas entre 5 y 20 hectáreas, situados entre los 200 y 500 metros y alejadas de los principales núcleos de vegetación natural. Son pequeños rodales de bosque de Laurisilva rodeados por pastos y plantaciones de *Cryptomeria japonica*, que han resistido a la intervención del hombre.

**Turberas del Planalto dos Graminhais:** Superficie de características únicas en toda la ZEPA. Corresponde a una zona de meseta a 900 metros de altitud orientada hacia el norte. Hacia el sur encontramos laderas con fuertes pendientes que van a dar a la caldera de Povoação.

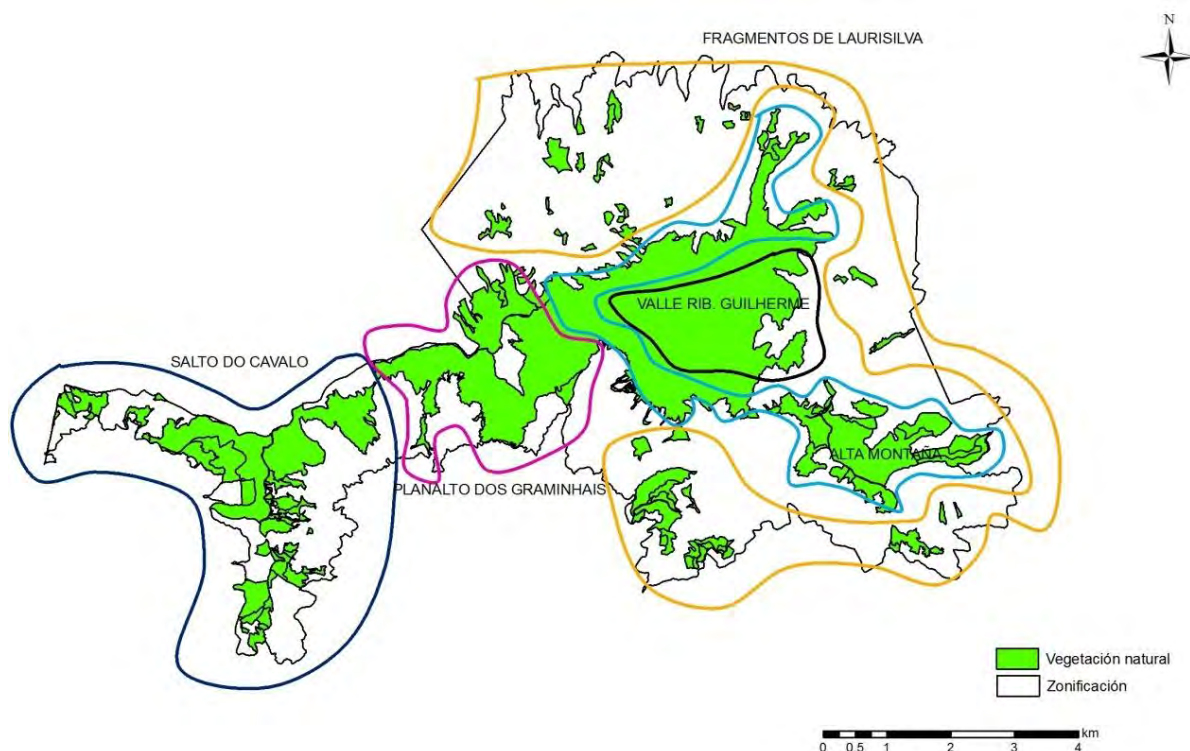


Figura 20 Vegetación natural en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.

**Zonas de alta montaña:** Representa las zonas altas de la ZEPA con cotas superiores a 900 metros. Está formada por el único sistema montañoso de todo el área de estudio comenzando desde Malhada, pasando por el Pico da Vara, Pico Verde, Serreta hasta llegar al Pico Bartolomeu. Es una zona de fuertes pendientes y de difícil acceso, lo que ha permitido que presente un óptimo estado de conservación natural. Los factores climáticos (precipitación, temperatura, viento y radiación solar) a diferencia del resto de áreas, se manifiestan de forma extrema dotando a la vegetación que en estas zonas existe características peculiares.

**Valle de la Ribeira do Guilherme:** Se trata de la zona mejor conservada de vegetación natural. Su orografía abrupta marcada por la hidrografía, las fuertes pendientes y su difícil acceso han conseguido mantener la mancha más pura de Laurisilva no solo de la ZEPA sino de la isla de São Miguel. Su localización en el fondo del valle y la influencia del arroyo Ribeira do Guilherme dota a este lugar de condiciones más termófilas.

**Área del Salto do Cavalo:** Zona de media altitud, con cotas entre los 500 y 750 metros. Está formada por laderas de fuertes pendientes orientadas hacia el sur creando el eje de separación entre la caldera de Povoação y caldera de Furnas.

## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**





### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES

Para alcanzar los objetivos planteados ha sido necesaria la utilización de las siguientes herramientas de trabajo y la compilación de información cartográfica.

Las herramientas de campo utilizadas en este trabajo han sido:

- Telescopio Opticron ES 80 GA ED v3. 16x/20x, 54x/72x
- Prismáticos Pentax XCF 8 x 40, 8.2°
- Cámara fotográfica FUJIFILM FinePix HS10, 24-720mm 30x
- Dispositivo GPS Garmin 60
- 4 estacas de madera y cinta señalizadora para la delimitación de parcelas
- Vara telescópica de 7 metros para la medición de alturas
- Cinta pi para la medición de diámetros
- Cinta métrica de 20 metros
- Estadillos de campo
- Botas de agua

La información geográfica utilizada en los procesos cartográficos ha sido:

- Ortofotos digital de la isla de São Miguel procedentes del vuelo fotogramétrico realizado en los años 2004/2005 bajo el marco del proyecto CARTOGRAF-INTERREG dirigido por la Secretaria Regional dos Recursos Naturais dos Açores. Las imágenes presentan las siguientes características:
  - Elipsoide de referencia: GRS80
  - Sistema de proyección: UTM huso 26
  - Datum internacional: WGS84
  - Escala: 1:5.000
- Mapa topográfico georreferenciado de la isla de São Miguel a escala 1:25.000 en formato TIFF suministrado por los Secretaria Regional dos Recursos Naturais.
- Hidrografía, altimetría, usos del suelo, áreas clasificadas, inventario forestal elementos climáticos, límites administrativos, red viaria, red urbana y vértices geodésicos en formato shapefile suministrada por la Direção Regional de Ordenação Territorial e dos Recursos Hídricos.
  - Elipsoide de referencia: Elipsoide Internacional
  - Sistema de proyección: UTM huso 26
  - Datum local: São Braz

El software utilizado para el análisis de los datos recogidos:

- ESRI ArcGIS 9.3 (3D Analyst, Spatial Analyst y Geostatistical Analyst)
- Autodesk AutoCAD 2007
- Google Earth 7.1.1.1888
- GPS Trackmaker 13.8
- Programas estadísticos (Excel 2007, Statgraphics Plus 5.1)

### 3.2. MÉTODO

La metodología que a continuación se plantea sigue un orden cronológico de cómo ha sido llevado a cabo este estudio. De manera que cada uno de los siguientes apartados corresponde con las diferentes fases de ejecución. En general y por orden de ejecución, la primera fase pertenece a la fotointerpretación, una vez finalizada se llevo a cabo la clasificación de las formaciones de *Juniperus brevifolia* encontrados, la selección de las unidades muestrales y el diseño del muestreo. Por últimos se realizaron las mediciones en campo y con los datos recogidos se procedió a su análisis.

#### 3.2.1. FOTOINTERPRETACIÓN

La fotointerpretación de la vegetación va dirigida a la discriminación de unidades de cubierta vegetal, para lo que es preciso el manejo de fotografías a escalas muy detalladas.

La delimitación de las unidades de vegetación exige un muestreo que permita describir las comunidades vegetales reconocidas a través de la fotointerpretación y recorridos de campo. Los distintos tipos de muestreo a utilizar se elegirán de acuerdo con cada situación concreta.

En cualquier caso, durante el proceso de fotointerpretación se ha tenido en cuenta las características buscadas en el producto final: tipo de mapa, nivel de detalle y codificación a emplear. Esto determinó los criterios que se siguieron a la hora de segregar recintos o teselas de *Juniperus brevifolia* de los de otras especies. Se procedió a delimitar formaciones de la especie con alta representatividad. Los individuos dispersos no se han considerado en este trabajo a la hora de dibujar los polígonos.

En este trabajo, la fotointerpretación de la vegetación ha sido una herramienta que ha permitido señalar y comprobar claramente los límites de las unidades definidas. En algunos casos, la frontera entre una unidad y otra es brusca y fácilmente identificable. Pero en otras la transición de una unidad a otra es paulatina dando lugar a una zona intermedia. En estos casos la vegetación forma un todo continuo con ligeros cambios en donde es difícil establecer un límite.

Se utilizaron ortofotografías a color con una resolución de 0,5 metros del año 2004. Pese a que la resolución es buena, muchas zonas presentan sombra. Estas sombras se forman, principalmente por la accidentada orografía del terreno, lo que dificultó la interpretación de las imágenes en el ordenador a través de los sistemas de información geográfica.

Por ello se optó por organizar un sistema práctico de rutas que recorriesen toda el área de estudio buscando puntos estratégicos de mayor visibilidad desde los cuales se pudiera avistar la mayor superficie posible dentro del área. Se intentó que estos puntos estuvieran lo más próximo posible de las zonas a delimitar.

Una vez en el punto, se marcaron sus coordenadas con un receptor GPS de alta sensibilidad (Garmin 60), al mismo tiempo que se observaba el lugar en busca de rodales de la especie con la ayuda de prismáticos (Pentax XCF) o, en ocasiones con telescopio (Opticron ES 80 GA ED v3). Se dibujaron sobre las ortofotos los polígonos que representan manchas o formaciones vegetales donde el *Juniperus brevifolia* es la especie principal. Por último, se citaron las especies acompañantes más relevantes y se tomaron fotografías del área.

Para poder realizar estas observaciones era necesario que las condiciones meteorológicas fueran estables, principalmente días soleados y con visibilidad. De este modo, se verificó que la identificación de especies era más fácil bajo estas condiciones debido a las tonalidades que las hojas presentaban en días soleados.

Esta metodología sirvió para fotointerpretar la totalidad del territorio. En las zonas donde la fotointerpretación se realizó a través de los SIG, también se llevó a cabo el trabajo de campo con el fin de contrastar la interpretación hecha en el fotograma y corregir lo que fuera necesario.

La ventaja del uso de fotografías aéreas, también en el trabajo de campo es clara, ya que sobre ellas se dibujaban mejor los límites que posteriormente fueron digitalizados con la ayuda de los SIG.

La duración de los recorridos de campo dependió de la topografía del terreno y de la accesibilidad. La escasez de caminos, sendas y accesos al área de estudio dificultó este trabajo. En la mayor parte de los casos, había que caminar durante horas para llegar a puntos de observación donde visualizar las zonas más remotas.

Como resultado se obtendrá un mapa temático de vegetación, en el que quedarán reflejadas tantas unidades de cubierta como permita el sistema de representación y codificación elegido previamente. Además de servir de base para la realización de muestreos y estudios futuros de las unidades definidas.

### 3.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS FORMACIONES DE *JUNIPERUS* PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo realizado en campo de apoyo a la fotointerpretación sirvió como primera toma de contacto con el terreno. Junto a esta acción y desde el propio terreno se describieron algunos aspectos de la vegetación, a veces con mayor detalle que otras debido a la proximidad desde el punto de observación al área observada. Con este análisis se pretendió conocer a priori y de forma aproximada, la composición y estructura de la vegetación existente.

Los caracteres cualitativos y cuantitativos que se consideraron en la descripción de la ficha de campo son: el porte (arbóreo o arbustivo), la altura media de la masa, (estimada visualmente y desde el punto de observación), la dominancia (definida como la superficie horizontal a través de la estimación de sus proyecciones sobre el suelo, siguiendo la siguiente clasificación: I para individuos aislados y escasos, II cuando ocupa menos del 75% y III cuando ocupa más del 75%<sup>3</sup>) y la vegetación acompañante más relevante (listado de especies ordenadas de mayor a menor presencia).

Con la información recogida del trabajo de campo se creó una base de datos que posteriormente se vinculó al mapa obtenido en la fotointerpretación, permitiendo así caracterizar cada polígono del mapa resultante de la fotointerpretación. Una vez conseguida esta relación se creó el mapa de distribución con los principales portes encontrados. Este análisis nos permitió cuantificar la superficie, en hectáreas, ocupada por la especie según el porte.

### 3.2.3. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL MEDIANTE ESTUDIO DASOMÉTRICO

A partir de las rodales encontrados donde la especie presenta un carácter dominante se realizara su estudio dasométrico.

En este apartado se describirán las técnicas y herramientas que ofrecerán información parcial o total sobre el estado actual de la estructura, es decir, de las dimensiones del árbol como “ente” individual y de su forma mediante medidas estimativas posibilitando el conocimiento de su potencial.

Con base en el trabajo de cartografía y clasificación, se seleccionarán los rodales con características similares y se localizarán los puntos donde se instalarán las parcelas de muestreo.

<sup>3</sup> Según el manual “Instruções para o trabalho de campo do Inventário Florestal Nacional IFN 2005/2006” se considera como el umbral partir del cual una especie forma una masa monoespecífica.

**3.2.3.1. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES MUESTRALES**

Basándonos en la zonificación de la ZEPA propuesta en este estudio y en la descripción de vegetación realizada en la fase de fotointerpretación, se seleccionaron las áreas de muestreo agrupando los polígonos o teselas generadas en el mapa de distribución de la especie siguiendo los siguientes criterios:

- Hábitat peculiar, como es el caso de la turbera del Planalto dos Graminhais, único en toda el área de estudio.
- Altitud, estableciéndose 750 metros de altitud como el valor umbral. Este límite se estableció según la observación directa en campo y posterior análisis en gabinete, donde se concluyó que por encima de este valor la especie asume un papel dominante en las formaciones de matorral.
- Estado actual de la vegetación presente en cada polígono o tesela
- Orientación
- Y por último, si se realizaron acciones de recuperación y/o conservación inmersas en proyectos de conservación.

En la siguiente tabla se recogen el número de unidades muestrales seleccionadas así como sus principales características:

Tabla 11 Características de las unidades muestrales.

Unidad muestral	Denominación	Cabida (ha)	Altitud (m)	Orientación	Vegetación	Acciones de recuperación y conservación
<b>1</b>	<i>Planalto dos Graminhais</i>	3,5	900	Norte	Turbera arbórea de cedro do mato	LIFE+Laurissilva Sustentável NAT/P/000630
<b>2</b>	<i>Zona de cumbre</i>	60	750 – 1100	Variable	Matorral denso de cedro do mato	Sin intervención
<b>3</b>	<i>Serra da Tronqueira</i>	17	< 750	Este	Bosque de cedro do mato	LIFE Priolo NAT/P/000013
<b>4</b>	<i>Malhada</i>	10	< 750	Sur	Bosque de Laurissilva húmedo	LIFE+Laurissilva Sustentável NAT/P/000630
<b>5</b>	<i>Bardinho</i>	10	< 750	Norte	Bosque de Laurissilva húmedo	Sin intervención

Una vez identificadas las unidades muestrales, se pasó a realizar el diseño del muestreo.

**3.2.3.2. METODOLOGÍA DE INVENTARIO**

Para realizar el estudio dasométrico se llevó a cabo un inventario con el fin de recoger datos y proceder a su análisis.

Según la importancia de las unidades muestrales, accesibilidad y transitabilidad se ha decidido realizar un muestreo con el fin de recoger la información de la forma más rigurosa posible. El tipo de muestreo utilizado ha sido el inventario por muestreo estadístico.

Para su diseño se utilizó como base las parcelas de inventario de vegetación que SPEA tiene establecidas en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme desde el año 2006.

El muestreo estadístico utilizado en este estudio ha sido el muestreo estratificado. Por tanto, se procedió a dividir la población en “k” subpoblaciones o estratos según los criterios de estación y/o tipo de masa. La selección de los estratos coincide con las unidades muestrales de Malhada, Bardinho, Serra da Tronqueira, Graminhais y Zona de cumbre.

Tabla 12 Superficie en hectáreas de los estratos.

<b>Estrato</b>	<b>Nombre</b>	<b>Superficie (ha)</b>
1	Graminhais	3,5
2	Zona de cumbre	53
3	Serra da Tronqueira	17
4	Malhada	10
5	Bardinho	10

- El tamaño de la muestra se determinó por decisión propia. Se aprovechó la densidad de parcelas establecida en los inventarios de vegetación incluidos en el proyecto LIFE+Laurissilva Sustentável asignando 1 parcela por cada 10 hectáreas. Por tanto, el tamaño muestral será de 11 parcelas correspondiendo a cada estrato el número de parcelas proporcional a su superficie.

Tabla 13 Número de parcelas por estrato.

<b>Estrato</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número de parcelas</b>
1	Graminhais	1
2	Zona de cumbre	5
3	Serra da Tronqueira	2
4	Malhada	1
5	Bardinho	1

- La forma de la parcela es cuadrada y su dimensión es de 10 x 10 metros (en proyección horizontal) para todos los estratos. Igual que para la densidad de parcelas, dicha forma y superficie de parcela se seleccionó de acuerdo a los inventarios realizados dentro del proyecto LIFE.

- El reparto de parcelas se realizó aleatoriamente para cada estrato con ayuda de los SIG. Los puntos de muestreo marcados en la ortofotografía fueron elegidos con el fin de representar la diversidad estructural de cada subárea. Se marcaron puntos en lugares con poca pendiente, próximos a senderos y con características representativas de la unidad muestral. Estos puntos fueron cargados al dispositivo GPS y a través de la navegación del mismo conseguimos aproximarnos a las zonas previamente definidas en gabinete. La finalidad de dichos puntos fue únicamente servir de apoyo. Más tarde en campo se decidió la ubicación definitiva de cada parcela georreferenciándola con dispositivo GPS.

Una vez definido número, forma y posible localización de parcelas en cada unidad muestral se procedió a su replanteo con la ayuda de cuatro estacas de madera colocadas una en cada vértice, y cinta de señalización marcando los límites de la parcela.

La secuencia de trabajo para el replanteo y colocación de la parcela fue la siguiente: navegando con el dispositivo GPS conseguíamos llegar hasta los puntos definidos en gabinete, próximos al punto se elegía la zona más adecuada donde colocar el punto definitivo de la parcela siendo el criterio para su selección la representatividad de la estructura de vegetación en el local.

Por último se realizaron las mediciones dasométricas siendo registrados los valores en la ficha de campo de cada parcela.

### 3.2.3.3. MEDICIÓN Y CÁLCULO DE VARIABLES

En **campo** fueron realizadas las siguientes mediciones:

- Perímetro en la base del tronco o perímetro a la altura del pecho (según el criterio descrito a continuación)
- Altura total
- Altura a la primera rama viva
- Superficie de copa medida desde el tronco hacia los extremos de la copa en dirección norte, sur, este, oeste
- Medición de la posición relativa de cada individuo (arbóreo, arbustivo, mata rastrera) en el interior de la parcela
- Marcación de las coordenadas del vértice suroeste de la parcela mediante dispositivo GPS

El criterio para medir el perímetro a los ejemplares de *Juniperus brevifolia* en el inventario está basado en el porte del individuo y el desarrollo de su tronco. En consecuencia, se clasificó a la especie para este trabajo de la siguiente manera: (adaptado de Elias e Dias, 2008)



- Mata rastrera: cuando no es posible medir el perímetro en la base, bien por estar cubierta por *Sphagnum* spp. bien por no alcanzar el diámetro mínimo inventariable.
- Arbustiva: cuando el ejemplar no supera una altura de 1,5 metros, medimos su perímetro en la base del tronco (PB).
- Arbóreo: cuando el ejemplar supera los 1,5 metros de altura; si el desarrollo del tronco es vertical y no ramificado, se mide el perímetro a la altura del pecho (PN = 1,30 metros); si el desarrollo del tronco es tortuoso y ramificado desde el tocón, el perímetro se mide en la base del tronco (PB).

La medición de la altura total y a la altura a la primera rama viva se realizó con una vara telescópica.

La superficie de copa fue medida con cinta métrica desde el tronco hacia los extremos de la copa en dirección norte, sur, este y oeste.

La posición relativa de cada uno de los individuos del interior de la parcela fue medida con cinta métrica desde el tronco hacia 2 lados de la parcela registrando un valor en “x” y otro en “y”. Para ello se definió la dirección norte de la parcela (no era necesario que coincidiese con el norte geográfico) como apoyo para referenciar las mediciones.

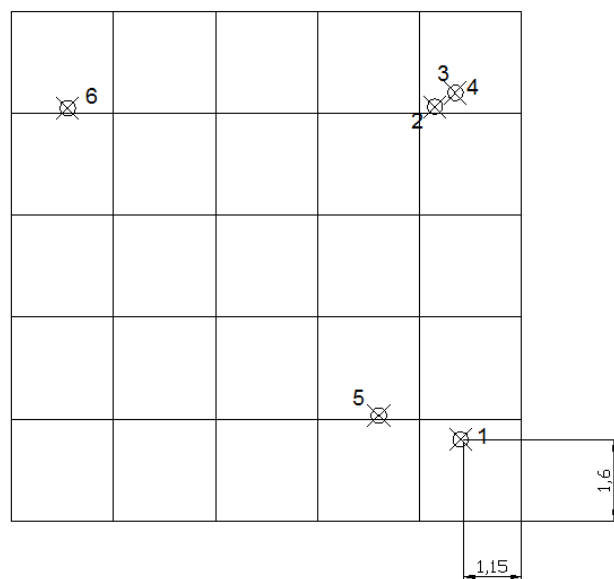


Figura 21 Representación de una parcela de 10x10 metros con las coordenadas de uno de sus individuos. Unidades en metros.

En **gabinete**, con la información recogida en campo se creó una base de datos con el fin de caracterizar y conocer la estructura y organización espacial de las formaciones de *Juniperus brevifolia* presentes en el territorio de estudio. Para dicho análisis se proponen las siguientes metodologías:

➤ Análisis de la estructura a través de los parámetros medios de masa:

Se han utilizado las variables dasométricas más comunes en el medio forestal, como son el diámetro del tronco y la altura total del árbol.

Tabla 14 Agrupación de individuos por clases diamétricas.

Clase diamétrica	Intervalo de diámetros(cm)	Marca de clase
1	5-10	7,5
2	10-15	12,5
3	15-20	17,5
4	20-25	22,5
5	25-30	27,5
...	...	...

En cada parcela se agruparon los individuos por clase diamétrica con una amplitud de 5 centímetros. Con los datos obtenidos de todos los individuos y sus frecuencias, se obtendrá de la composición por clases diametrales de cada parcela y por tanto de su estructura demográfica.

Para concluir se elaboró un ajuste de regresión entre el diámetro y altura con en que se pretende estimar la relación entre estas variables. El programa utilizado en la compilación de los datos fue la hoja de cálculo Excel, mientras que el programa utilizado en el ajuste de regresión fue Statgraphics.

➤ Análisis de la estructura a través de los índices de espesura:

Se denomina espesura a la característica de la masa que indica la existencia de interdependencia entre los individuos que la forman (Serrada, 2008). Los índices de espesura nos permiten cuantificar y comparar masas con diferente estructura, que en este caso hemos realizado para cada unidad muestral. Los principales índices que hemos calculado son:

- Densidad, número de pies por hectárea.

$$N = \frac{n_p}{S_p} * 10.000 \text{ (pies/ha)}$$

Siendo  $n_p$ , número de pies en la parcela  $S_p$ , superficie de la parcela en m<sup>2</sup>.

- Fracción de cabida cubierta, se define como la superficie del suelo que está cubierta por la proyección de las copas del arbolado.

$$F_{cc} = \frac{S_c}{S_t} * 100 (\%)$$

Siendo  $S_c$  , superficie de las proyecciones de copa,  $S_t$  superficie total del territorio. Se calculo a través del grado de cobertura, que tiene en cuenta los recubrimientos múltiples y se emplea cuando se dispone de valores modulares de superficie de proyección de copa (Schütz, 1990)

- Área basimétrica, es una de las variables más utilizadas para el estudio de la espesura y se define como la superficie ocupada por la proyección ortogonal de las secciones normales de los árboles que forman la masa, en relación con la superficie total del terreno, a partir del diámetro normal (Serrada, 2009) Se calcula a partir de los datos del inventario de las parcelas y después para la superficie de la unidad muestral.

$$G_p = \frac{\pi}{4} * \sum_{n=1}^{n=i} n_i * d_i^2 (m^2) \quad G = \frac{G_p}{S_p} * 10.000 (m^2/ha)$$

- Índice de copa viva, expresa el desarrollo de la copa en función de la espesura, a mayor espesura menor copa.

$$I_{copa} = \frac{h_c}{h_T} \text{ referido a la masa: } I_{copa} = \frac{H_{media\ de\ copa}}{H_{media}}$$

Para el cálculo de estos índices se ha empleado el programa Excel. En el caso de la fracción de cabida cubierta se utilizó el programa ArcGIS 9.3, para ello se dibujaron en planta las copas de los arboles de cada parcela con las herramientas de edición, posteriormente se calculó la superficie en proyección de copa de cada individuo con la herramienta “calculte geometry”.

➤ Análisis de la estructura a través de su fisionomía:

Con el propósito de conocer la fisionomía que presenta la especie se realizaron gráficos que nos permitieron analizar los diferentes estratos en las parcelas de muestreo. Su representación visual nos permitirá analizar su posición sociológica de acuerdo a las siguientes metodologías.

Se representaron los alzados a escala de los individuos arbóreos, arbustivos y matas rastreras que se encontraron dentro de las parcelas. De esta forma, se representaron los perfiles en dirección O-E y S-N de la parcela utilizando el programa AutoCAD 2007. De la observación de los gráficos se determinó el número de individuos según la clasificación propuesta por Baker (1950) que pertenecen al estrato dominante (dominante y codominante) y al estrato dominado (intermedio y sumergido).

Otro método de clasificación, muy utilizado es la clasificación de la IUFRO, propuesta por Lamprecht (1990), basada en la altura dominante ( $H_o$ ) de la masa para distinguir los estratos. Se calculan de la siguiente forma:

- Estrato inferior:  $h < \frac{H_o}{3}$
- Estrato medio:  $\frac{H_o}{3} \leq h < \frac{2H_o}{3}$
- Estrato superior:  $h \geq \frac{2H_o}{3}$

La altura dominante se ha calculado según la propuesta por Bengoa Martínez de Mandojana (1999), definiendo la altura dominante de la parcela como la altura del árbol más alto de una parcela de 100 m<sup>2</sup> de superficie.

➤ Análisis de la estructura a través del índice de valor de importancia relativa (IVI):

Este índice se calcula juntando los valores separados de densidad, frecuencia y dominancia relativa. Su magnitud es un excelente indicador de la importancia de la vegetación de una especie con el monte. El objetivo de calcular este índice pasa por encontrar patrones estructurales comunes en las unidades muestrales seleccionadas dentro del área de estudio.

Se calcula para cada especie según la siguiente fórmula propuesta por Curtis & McIntosh (1951), en escala de 0-100.

$$IVI = (\text{Densidad relativa} + \text{Cobertura relativa} + \text{Frecuencia relativa})/3$$

Las variables de la fórmula se refieren a:

- Densidad: se refiere al número de individuos por unidad de área (n° pies/ha). La densidad relativa corresponde al porcentaje de la densidad en cada parcela respecto del total de la muestra y depende de los registros de otras especies.
- Cobertura: Para esta variable ha sido considerada la Fracción de cabida cubierta en porcentaje y el área basimétrica. El área basimétrica se utilizó en las parcelas donde exclusivamente se encontraron individuos arbóreos con desarrollo vertical. La Fracción de cabida cubierta se utilizó en las parcelas que presentaron diferentes portes de *Juniperus brevifolia*.

Los valores relativos también se expresan en las mismas unidades, y reflejan los valores de fracción de cabida cubierta de la especie respecto del total de la muestra.

- Frecuencia: No depende de los registros de otras especies se refiere a si un individuo de una especie aparece en una unidad muestral; así, la medida se refiere a en cuantas de las unidades muestrales apareció al menos un individuo de la especie en cuestión, dividido entre el número de unidades muestrales totales.

$$F = \sum N / \sum n$$

Donde:

f = Frecuencia

$\sum N$  = Número de celdas en los que la especie está presente en la muestra

$\sum n$  = Número de celdas muestreadas

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**



#### 4. RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación, dependieron en gran medida de las manchas de *Juniperus brevifolia* encontradas en la ZEPA. Se localizaron 279,5 hectáreas donde la especie aparece, entre las cuales 13,5 hectáreas se localizan en la periferia de la ZEPA (Planalto dos Graminhais).

El 74,7 % de la superficie está ocupada por masas continuas (209 hectáreas). Las principales formaciones identificadas han sido: bosques de cedro do mato, matorrales de cedro do mato y turbera con cubierta arbórea de cedro do mato.

Estas poblaciones se sitúan, en la mayoría de los casos, en zonas elevadas, con fuerte pendiente y de difícil acceso dificultando así su muestreo. Se estudiaron los accesos al área con el propósito de identificar que superficies eran accesibles y transitables, llegándose a identificar 172 hectáreas de superficie de fácil acceso (correspondiente al 61,5% del total de los rodales), de entre las cuales sólo 93,5 hectáreas son manchas continuas.

A razón de 1 parcela por cada 10 hectáreas, se replantearon 10 parcelas en las 93,5 hectáreas de rodales con fácil acceso.

De acuerdo con los objetivos planteados al inicio de este trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados.

##### 4.1. CARTOGRAFIA DEL AREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE

Tal y como se planteó en los objetivos de este estudio, se ha tratado de definir con mayor precisión posible el área de distribución de la especie en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.

Como resultado de los trabajos de fotointerpretación, se han localizado diferentes poblaciones distribuidas por toda ZEPA. Se encuentran principalmente en las zonas de alta montaña desde el Planalto dos Graminhais pasando por el Pico da Vara hasta llegar a la zona de Malhada en dirección este y al Pico Verde en dirección sur, la cumbre del Pico Bartolomeu, la parte superior de la cuenca de la Ribeira do Guilherme y enclaves como la zona de Bardinho que resistieron a la acción del hombre.

En la zona del Planalto dos Graminhais, existen 13,5 hectáreas del área de distribución que no están incluidas en la ZEPA. Sin embargo se decidió delimitarlas e incluirlas en este estudio por dos razones: la primera se debe a que el contorno de la ZEPA pasa por el Planalto dos Graminhais por una zona sin un límite natural marcado, de forma que se decidió mantener una continuidad del área; la segunda razón es que no se quiso dejar fuera de este estudio una zona periférica donde se encuentra la única mancha de turbera con cubierta arbórea de cedro do mato de toda el área muestreada.



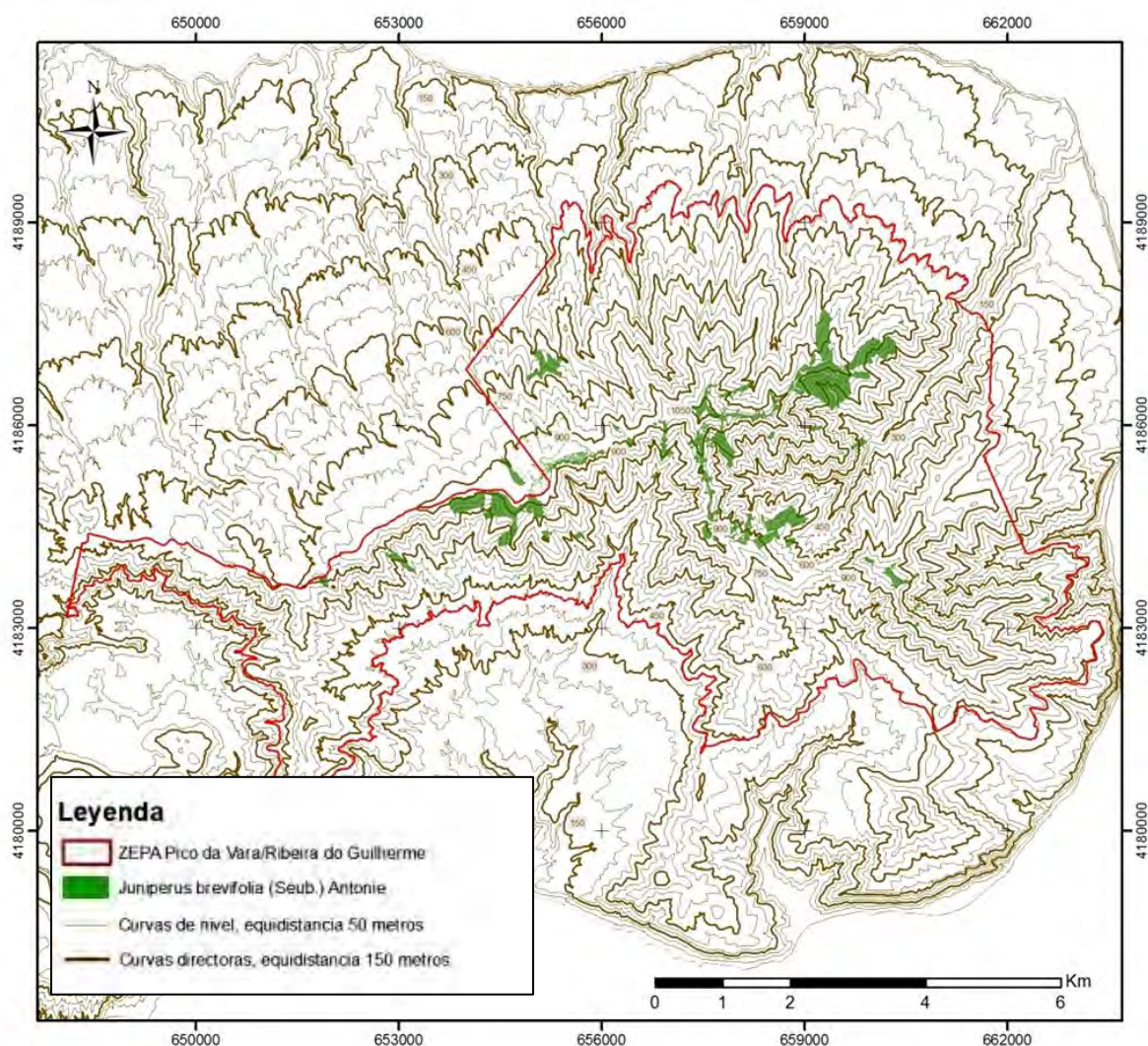


Figura 22 Situación geográfica de las poblaciones de *Juniperus brevifolia* en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.

En la figura 22 están representados 44 polígonos correspondientes a las poblaciones de *Juniperus brevifolia* encontradas. Cada polígono tiene asociada información que fue recogida en la descripción de campo.

De entre la información recogida destacamos: el porte principal de los individuos de la población, las especies acompañantes con mayor presencia y el grado de dominancia (clasificado como: alta (III), media (II) y baja (I).

El porte es uno de los factores claves en este estudio, entendiendo que para designar tal fisionomía hay que referirse al momento en que han alcanzado su madurez o cumplido su ciclo vital (Ramos, 1979)

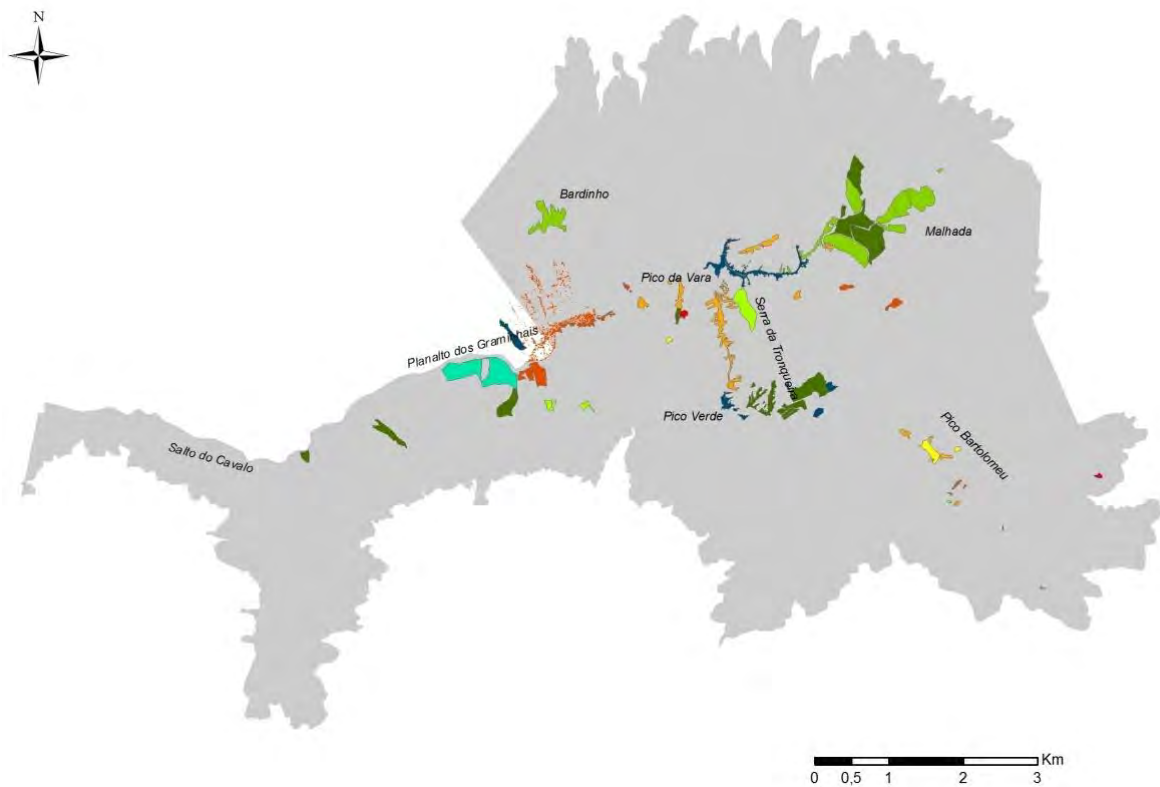


Figura 23 Situación geográfica de las poblaciones de *Juniperus brevifolia* en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. En la tabla 15 se encuentra una breve descripción de los polígonos presentes en esta figura.

Tabla 15 Superficie en hectáreas del área de distribución según porte y grado de presencia de la especie.

Leyenda	Categoría	Dominancia	Superficie (ha)
	Desconocido	Baja	1,29
	Arbóreo	Baja	10,34
	Arbóreo	Media	52,00
	Arbóreo	Alta	62,23
	Arbustivo	Baja	3,97
	Arbustivo	Media	33,09
	Arbustivo	Alta	13,18
	Mixto	Baja	23,14
	Mixto	Media	21,43

La categoría que en general presenta mayor superficie es el porte arbóreo, con casi 124,59 ha representa el 59,9% de la superficie total de distribución. La categoría mixta es el segundo más representativo, con 44,56 hectáreas. Por último, el porte arbustivo está representado por 37,89 hectáreas, el 18,2 % del área total de distribución.

Se aclara que en la categoría con porte desconocido no se consiguió identificar cuál era el porte dominante, mientras que la categoría de porte mixto se refiere a la presencia de individuos tanto de porte arbóreo como de porte arbustivo mezclados entre sí sin haberse podido establecer cuál de ellos prima sobre el otro.

## 4.2. DESCRIPCIÓN Y DASOMETRÍA DE LAS UNIDADES MUESTRALES

De forma organizada se presentan los resultados de las unidades muestrales de acuerdo con su ecología y estructura poblacional.

Se apunta que los climodiagramas que a continuación se muestran, no presentan los valores de temperaturas máximas y mínimas absolutas, ni los valores de las medias de las máximas y medias de las mínimas por la falta de datos para su cálculo.

### 4.2.1. PLANALTO DOS GRAMINHAIS

Como su propio nombre indica es una zona más o menos plana, orientada hacia el norte, cuya principal característica es que la mayor parte de su superficie está cubierta por turberas.

En el Planalto dos Graminhais se encuentran dos tipos de cubierta vegetal bien diferenciadas: la primera se trata de una zona de 3,5 hectáreas bien conservadas de turbera con cubierta arbórea siendo la especie arbórea dominante *Juniperus brevifolia*; la segunda se trata de 71,5 hectáreas de mosaico de turbera de cobertor de *Sphagnum* spp. y turbera alta degradada de *Sphagnum* spp. con golpes o individuos dispersos de cedro do mato.

La parcela de muestreo se instaló en la mancha de turbera arbolada. Se encuentra a 900 metros de altitud de media cuya pendiente oscila entre el 0 y 5%. La mayoría de los ejemplares que encontramos en este enclave son de porte arbustivo o matas rastreras debido a los fuertes vientos que soportan durante casi todo el año, limitando su desarrollo en altura. Solo en algunos puntos protegidos del viento consigue alcanzar el porte arbóreo.

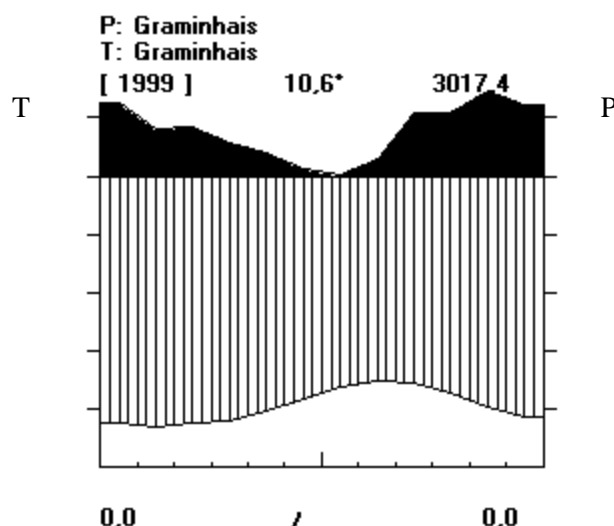


Figura 24 Climodiagrama de la unidad muestral de Graminhais. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.

De acuerdo con la figura 24, la precipitación anual alcanza los 3017,4 mm, con un máximo en el mes de noviembre con 392,4 mm y un mínimo en el mes de julio con 101,7 mm. La precipitación a lo largo del año presenta la siguiente distribución (porcentaje sobre el total anual):

- Precipitación en invierno (meses de enero a marzo): 875,9 mm (29%)
- Precipitación en primavera (meses de abril a junio): 515,3 mm (17%)
- Precipitación en verano (meses de julio a septiembre): 575,3 mm (19%)
- Precipitación en otoño (meses de octubre a diciembre): 1050,9 mm (35%)

La temperatura media máxima se alcanza en el mes de agosto con un valor de 15°C, mientras que la temperatura media mínima se alcanza en el mes de febrero con un valor de 7,1°C.

➤ Análisis de la estructura a través de los parámetros medios de masa

La parcela consta un total de 17 individuos de *Juniperus brevifolia*, 9 de ellos corresponden a matas rastreras, 6 ejemplares arbustivos y 2 arbóreos. Los ejemplares rastreros no son considerados para el cálculo de diámetros y alturas. Los 2 pies arbóreos presentaron desarrollos del tronco diferentes, aquel que presentó un desarrollo tortuoso, fue medido su diámetro en la base del tronco. El otro ejemplar arbóreo presentó un fuste recto y su diámetro fue tomado a la altura del pecho (1,30 m).

Tabla 16 Composición por clases diamétricas de la parcela 10. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo.

CD	Marca de clase	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>		<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>		<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	
		N (pies)	H̄ (m)	N (pies)	H̄ (m)	N (pies)	H̄ (m)
5 – 10	0,075	0	-	3	1,1	1	1,55
10 – 15	0,125	1	2,10	1	1,3	0	-
15 – 20	0,175	0	-	2	1,4	0	-
<b>TOTAL</b>		1		6		1	

En general, la clase diamétrica mas representada es la CD 5 – 10, con 3 individuos arbustivos y un individuo arbóreo cuyo diámetro fue medido en la base.

Las alturas medias por clase diamétrica en los ejemplares arbustivos con valores entre 1,1 para la clase diamétrica mas pequeña y 1,4 para la clase diamétrica mayor, aumenta de forma paulatina.

Destacamos que en la parcela se presenta un único ejemplar arbóreo con fuste recto, cuyas dimensiones alcanzan una altura de 2,1 metros y un diámetro de 12,7 centímetros.

Tabla 17 Estadística descriptiva de la muestra para las variables altura, diámetro y superficie de copa de la parcela 10. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.

Especie o categoría	Variable	Nº observaciones	Media aritmética	Media cuadrática	Desviación típica	Máximo	Mínimo
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	Diámetro (cm)	1	-	-	-	-	-
	Altura (m)	1	-	-	-	-	-
	Superficie copa (m <sup>2</sup> )	1	-	-	-	-	-
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	Diámetro (cm)	1	-	-	-	-	-
	Altura (m)	1	-	-	-	-	-
	Superficie copa (m <sup>2</sup> )	1	-	-	-	-	-
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	Diámetro (cm)	6	12,1	13,0	4,7	19,1	6,4
	Altura (m)	6	1,2	1,2	0	1,4	0,9
	Superficie copa (m <sup>2</sup> )	6	3,6	4,1	2,0	5,7	0,5
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>4</sup>	Diámetro (cm)	-	-	-	-	-	-
	Altura (m)	9	0,6	0,7	0,2	1	0,4
	Superficie copa (m <sup>2</sup> )	9	3,8	4,9	3,2	10,7	0,5

De acuerdo con lo analizado en la tabla 17, los ejemplares arbustivos presentan un diámetro medio de 12,1 centímetros y una desviación típica de 4,7. La superficie de copa media es de 3,6 m<sup>2</sup>, con un valor máximo de 5,7 m<sup>2</sup> y un valor mínimo de 0,5 m<sup>2</sup>.

Las matas rastreras tienen una mayor densidad frente al resto de clases. La altura media es del orden de 0,6 metros, con una desviación típica de 0,2 lo que significa que la muestra es bastante homogénea. La superficie de copa media por individuo es de 3,8 m<sup>2</sup>, con un valor máximo de 10,7 m<sup>2</sup>. En el caso de las matas rastreras, según la metodología no se efectuaron las mediciones de diámetro.

Las clases arbóreas no presentan datos medios debido que el número de observaciones ha sido insuficiente para realizar su cálculo.

#### ➤ Análisis de la estructura a través de los Índices de espesura

Según se observa en la tabla 18, la parcela presenta una mayor densidad de ejemplares rastreros con 900 pies/ha, seguido de arbustos con 600 pies/ha. y arbóreos con 100 pies/ha por cada tipo de desarrollo del tronco.

La fracción de cabida cubierta (Fcc) de la parcela es del orden de 66,4 %, ocupando los individuos rastreros el 30,5 %. Se observa como la clase arbórea con desarrollo recto del tronco, con un solo individuo presenta un valor de fracción de cabida cubierta muy próximo (12,9 %) a la clase arbustiva (19,1 %).



Este hecho se debe a las grandes dimensiones del único ejemplar perteneciente a esta categoría; con un valor de 14 m<sup>2</sup> de superficie de copa, 2,1 metros de altura y 12,7 centímetros de diámetro.

Tabla 18 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta; G<sub>p</sub>, área basimétrica de la parcela; G, área basimétrica; E, relación de espaciamiento; I<sub>copa</sub>, índice de copa viva. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.

<b>Índices (unidades)</b>	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>4</sup>
N (n° pies/ha)	100	100	600	900
Fcc (%)	12,9	3,9	19,1	30,5
G <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	0,007	0,003	0,079	-
G (m <sup>2</sup> /ha)	0,7	0,3	7,9	-
I <sub>copa</sub> (%)	54,8	76,2	54,0	-

Los valores de área basimétrica (G) en m<sup>2</sup>/ha son muy bajos. La clase arbustiva muestra un valor más significativo en comparación con las otras clases, del orden de 7 m<sup>2</sup>/ha.

El índice de copa (I<sub>copa</sub>) presenta valores semejantes, del orden del 54 %, para las clase arborea con desarrollo resto del tronco y arbustiva.

La figura 25 intenta reproducir la dimensión y forma de las copas en planta de la parcela 10, quedando por encima los ejemplares de mayor altura.

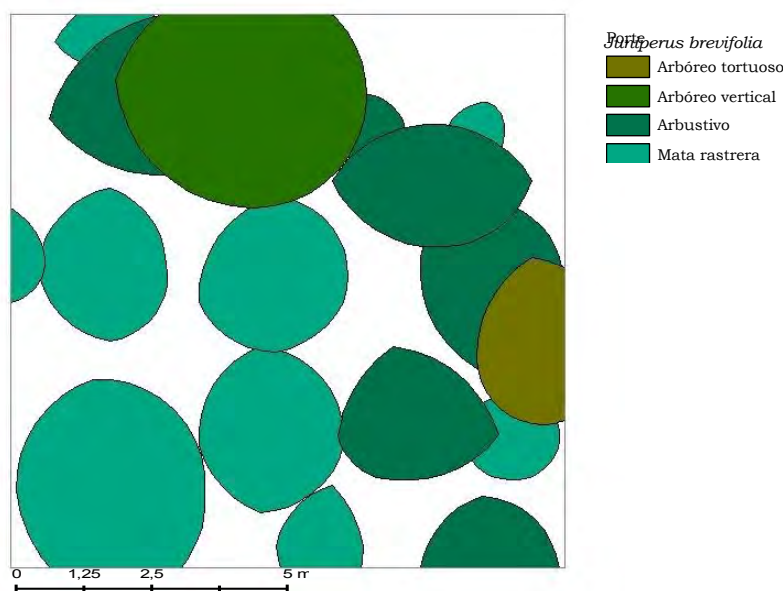


Figura 25 Distribución espacial de las copas en la parcela 10 de dimensiones 10 x 10 metros, localizada en la unidad muestral de Graminhais.

➤ Análisis de la estructura a través de su fisionomía

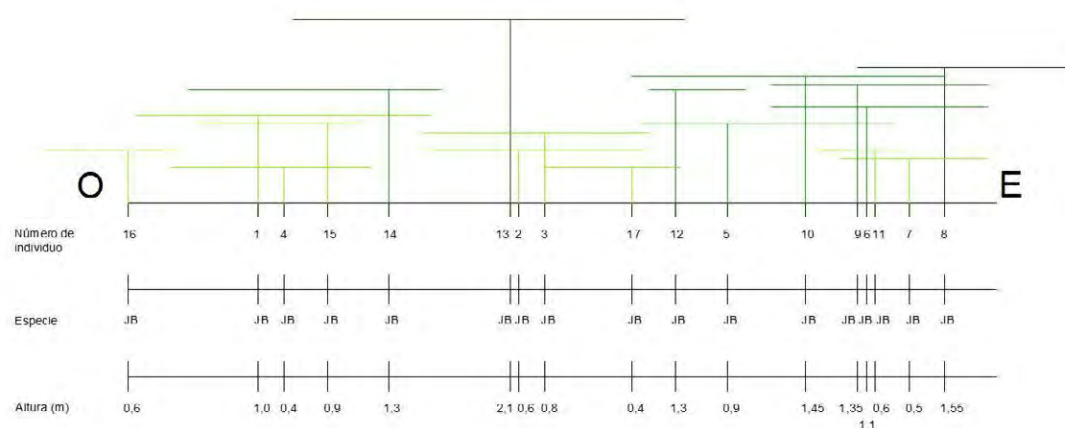


Figura 26 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 10. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de *Juniperus brevifolia* (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de *Juniperus brevifolia*; y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

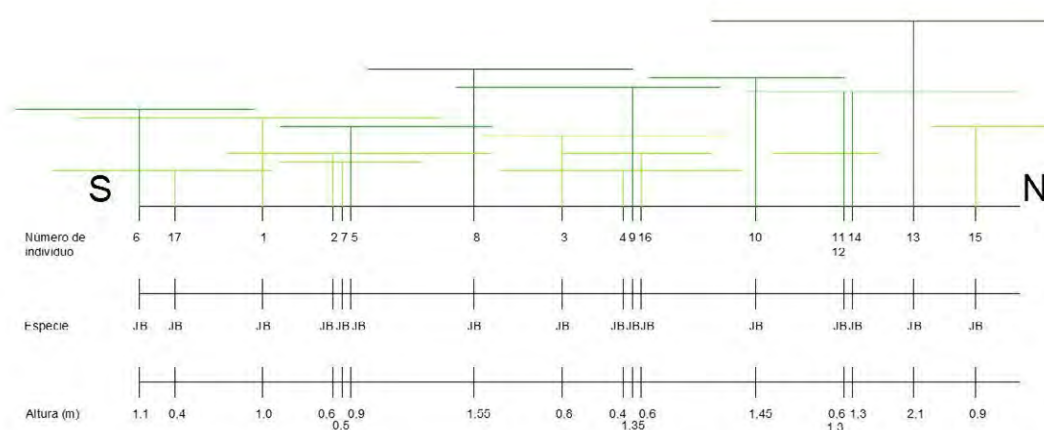


Figura 27 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 10. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de *Juniperus brevifolia* (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de *Juniperus brevifolia*; y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

De la observación de los dos perfiles se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 19 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 10.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	1	6	1	6	2	12	13	76

La posición sociológica dominada prevalece frente a la dominante, correspondiendo el valor mayor a los ejemplares sumergidos, con un 76 %.

Tabla 20 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 10.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	3	18	8	47	6	35

Se observa en la tabla 20, que el estrato medio es el más representado con un valor de 47 %. Le sigue muy de cerca el estrato inferior con un 35%. Para el cálculo de la altura dominante nos apoyamos en la premisa de Bengoa Martínez de Mandojana, de forma que la altura dominante en la parcela tiene un valor de 2,1 metros.

➤ Análisis de la estructura a través del Índice de Valor de Importancia (IVI)

Tabla 21 Índice de valor de importancia de la parcela 10. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.

Especie	Densidad		Fracción de cabida cubierta		Frecuencia		Índice de valor de importancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	100	5,9	12,9	19,4	1	25	16,8
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	100	5,9	3,9	5,9	1	25	12,3
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	600	35,3	19,1	28,8	1	25	29,7
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>4</sup>	900	52,9	30,5	45,9	1	25	41,2
<b>TOTAL</b>	1700	100	66,4	100	4	100	100

Se observa en la tabla 21 que el valor del índice de importancia de mayor a menor corresponde a las formaciones de mata rastrera, seguido de los individuos arbustivos, arbóreos con fuste recto y arbóreo con fuste tortuoso.



#### 4.2.2. ZONAS ALTAS O DE CUMBRE

Es la unidad de muestreo más extensa en superficie con 163 hectáreas. La escabrosidad del terreno hace que solo alrededor de 53 hectáreas sean accesibles. Este valor fue calculado a través de los SIG sumando la superficie de los polígonos más próximos a caminos o sendas de forma que se asegure el acceso a la zona para ser muestreada.

Su localización se concentra en las zonas altas de la Serra da Tronqueira y estribaciones: en dirección oeste-este, desde el Planalto dos Graminhais pasando por el Pico da Vara (cota máxima del área de estudio) hasta llegar a la zona de Malhada; y en dirección norte-sureste desde el Pico da Vara hasta el Pico Verde, acabando en la zona de Pico Bartolomeu.

Se encuentra por encima de los 750 metros de altitud llegando a los 881 metros en el Pico Bartolomeu, 938 metros en el Pico Verde y 1104 metros en el Pico da Vara. El rango de pendientes es muy amplio, desde zonas prácticamente planas hasta áreas que superan el 70% de pendiente. La zona con pendiente entre el 0-5% se localiza en la divisoria que une los tres picos. Si nos desplazamos a ambos lados de la divisoria, la pendiente aumenta considerablemente dificultando el acceso a la zona.

Debido a su localización, es un área con una alta exposición a los vientos. Los ejemplares encontrados son esencialmente matas rastreas y de porte arbustivo; en algunos casos aparecen ejemplares de porte arbóreo en zonas más abrigadas.

Cabe destacar que las poblaciones encontradas en esta unidad muestral se han visto afectadas por diversos deslizamientos de tierras. La composición del suelo, la morfología del terreno, las elevadas precipitaciones, pequeños fenómenos sísmicos y las fuertes pendientes facilitan que este tipo de perturbación ocurra de forma frecuente, tanto es así que forma parte de la dinámica vegetal (Dias, 1996).

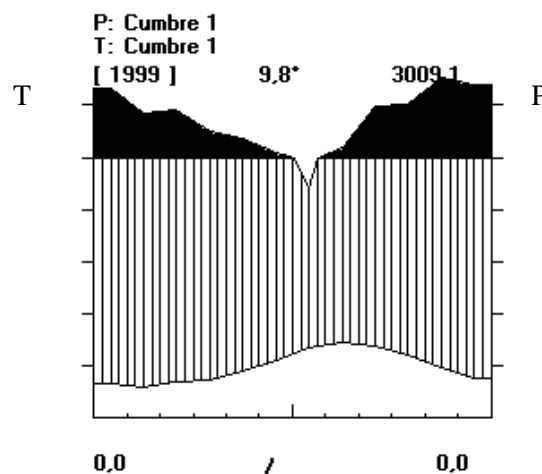


Figura 28 Climodiagrama de la unidad muestral de Graminhais. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.

De acuerdo con la el climodiagrama, la precipitación anual alcanza los 3009,1 mm, con un máximo en el mes de noviembre con 404,9 mm y un mínimo en el mes de julio con 87,8 mm. La precipitación a lo largo del año presenta la siguiente distribución (porcentaje sobre el total anual):

- Precipitación en invierno (meses de enero a marzo): 916,2 mm (30%)
- Precipitación en primavera (meses de abril a junio): 485,2 mm (16%)
- Precipitación en verano (meses de julio a septiembre): 521,8 mm (17%)
- Precipitación en otoño (meses de octubre a diciembre): 1085,9 mm (37%)

La temperatura media máxima se alcanza en el mes de agosto con un valor de 14,6 °C, mientras que la temperatura media mínima se alcanza en el mes de febrero con un valor de 6,1°C.

➤ Análisis de la estructura a través de los parámetros medios de masa

La distribución diamétrica presente en la tabla 22 refleja una elevada presencia de individuos arbóreos, 39 en total, sin sepáralos por tipo de porte, frente a los individuos arbustivos con 20 pies.

Tabla 22 Composición por clases diamétricas de la parcela 2, 3, 6, 7 y 8. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo.

CD <sub>BASE</sub>	Marca de clase	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>		<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>		<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>		<i>Ilex azorica</i>	
		N (pies)	H (m)	N (pies)	H (m)	N (pies)	H (m)	N (pies)	H (m)
5 – 10	0,075	2	2,7	8	1,8	10	0,9	2	2,4
10 – 15	0,125	2	2,4	8	1,9	8	1,2	0	-
15 – 20	0,175	0	-	12	2,3	1	1,2	0	-
20 – 25	0,225	0	-	2	1,8	0	-	0	-
25 – 30	0,275	0	-	1	2,2	0	-	0	-
30 – 35	0,325	0	-	1	1,6	1	1,3	0	-
50 – 55	0,527	0	-	1	1,6	0	-	0	-
<b>TOTAL</b>		4		33		20		2	

Con 33 pies, la categoría arbórea con desarrollo tortuoso para *Juniperus brevifolia* es la más representada, siendo las clases diamétricas más bajas las que presentan mayor número de individuos. El resto de categorías (arbóreo con fuste recto y arbustivo) también presentan poblaciones jóvenes, representados por pies de las clases diamétricas más bajas.

Las alturas medias se mantienen homogéneas en todas las categorías. Las clases arbóreas presentan valores del orden de 2 metros para el desarrollo tortuoso del tronco y 2,5 metros para fustes rectos. La categoría arbustiva presenta una altura media de orden 1 metro.

Se destaca la presencia de dos pies de *Ilex azorica*, con una altura media de 2,4 metros, considerándolo al nivel del dosel de copas de *Juniperus brevifolia*.

Tabla 23 Estadística descriptiva de la muestra para las variables altura, diámetro y superficie de copa de las parcelas 2, 3, 6, 7 y 8. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera. En la superficie de copa de la categoría arbustiva aparece 1 pie exterior, contabilizado así la proyección de su copa hacia el interior de la parcela.

Especie o categoría	Variable	Nº observaciones	Media aritmética	Media cuadrática	Desviación típica	Máximo	Mínimo
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	Diámetro (cm)	4	10,7	11,4	3,9	14,3	5,0
	Altura (m)	4	2,5	2,6	0,2	2,8	2,3
	Superficie copa (m <sup>2</sup> )	4	8,7	10,0	6,4	17,3	0,8
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	Diámetro (cm)	33	15,4	18,5	10,2	50,1	5,0
	Altura (m)	33	1,9	2,0	0,7	2,7	1,5
	Superficie copa (m <sup>2</sup> )	33	5,7	6,0	3,3	14,5	0,2
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	Diámetro (cm)	20	11	13,3	7,6	31,8	5,7
	Altura (m)	20	1,1	1,2	0,5	1,4	0,6
	Superficie copa (m <sup>2</sup> )	21	3,7	6,3	5,1	22,3	0,3
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>4</sup>	Diámetro (cm)	-	-	-	-	-	-
	Altura (m)	14	0,7	0,8	0,3	1,4	0,4
	Superficie copa (m <sup>2</sup> )	14	4,4	7,1	5,8	16,1	0,1
<i>Ilex azorica</i>	Diámetro (cm)	2	6,7	6,7	0	7,0	6,4
	Altura (m)	2	2,4	2,4	0	2,4	2,4
	Superficie copa (m <sup>2</sup> )	2	2,1	2,5	2,1	3,6	0,7

En la tabla 23 se observa que para la especie *Juniperus brevifolia*, las categorías arbóreas poseen un diámetro medio de 10,7 y 15,4 centímetros respectivamente. La categoría arbórea con desarrollo tortuoso del tronco y arbustiva presentan un ejemplares con un diámetro máximo de 50,1 y 31,8 centímetros respectivamente, siendo que estos valores se alejan del valor medio de diámetro de sus respectivas categorías. Los valores mínimos de diámetro en todas las categorías son muy semejantes entre sí.

En cuanto a las alturas, el valor medio mayor corresponde a la categoría arbórea con desarrollo del fuste recto, seguido de la arborea con desarrollo del tronco tortuoso y de la categoría arbustiva.

Es significativo que el valor máximo de altura en las matas rastreras (1,4 metros) es superior al valor medio en altura de los ejemplares arbustivo (1,1 metros). Su desviación típica, con un valor de 0,4 nos indica que la muestra es bastante homogénea. Por tanto este valor atípico puede deberse a un error en el muestreo o a la imposibilidad de medir el diámetro del individuo, de ahí que fuese incluido en la categoría de mata rastrera.

Las superficies de copa medias para las categorías arbóreas presentan valores de 8,7 y 5,7 m<sup>2</sup> respectivamente. La categoría arbustiva presenta el valor medio de superficie de copa más bajo con 3,7 m<sup>2</sup>, sin embargo posee el valor máximo mayor con 22,3 m<sup>2</sup>. Este variable, con desviaciones típicas del orden de 5 a 6 en la mayoría de las categorías lleva a concluir que la muestra no presenta valores semejantes, siendo que si observamos los valores máximo y mínimos de cada categoría la diferencia entre ellos es de 15 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Los ejemplares de *Ilex azorica*, con solo dos observaciones presentan una estructura semejante en cuanto a altura y diámetro. La diferencia entre ellos pasa por tener una superficie de copa de 3,6 m<sup>2</sup> frente a 0,6 m<sup>2</sup>.

➤ Análisis de la estructura a través de los Índices de espesura

Para ayudarnos a interpretar este análisis se presentan los valores de índice de espesura para cada parcela presente en esta unidad muestral y agrupados según los tipos de porte identificados.

En la tabla 24 se presentan los valores de los índices para los individuos con porte arbóreo, desarrollo vertical del tronco y medida del diámetro a la altura del pecho.

Tabla 24 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta; G<sub>p</sub>, área basimétrica de la parcela; G, área basimétrica; E, relación de espaciamiento; I<sub>copa</sub>, índice de copa viva, para el porte arbóreo con desarrollo vertical del tronco de la parcelas 2, 3, 6, 7 y 8.

<b>Índices (unidades)</b>	<i>Juniperus brevifolia</i>					<i>Ilex azorica</i>
Parcela	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
N (n° pies/ha)	0	0	200	200	0	200
Fcc (%)	0	0	3,4	17,3	0	3,9
G <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	0	0	0,089	0,164	0	0,041
G (m <sup>2</sup> /ha)	0	0	8,9	16,4	0	4,1
I <sub>copa</sub> (%)	0	0	59,2	76,6	0	53,6

En la tabla 25 se muestran los valores de los índices para los individuos con porte arbóreo, desarrollo tortuoso del tronco y medida del diámetro en la base del tronco.

Tabla 25 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta; G<sub>p</sub>, área basimétrica de la parcela; G, área basimétrica; E, relación de espaciamiento; I<sub>copa</sub>, índice de copa viva, para el porte arbóreo con desarrollo tortuoso del tronco de la parcelas 2, 3, 6, 7 y 8.

<b>Índices (unidades)</b>	<i>Juniperus brevifolia</i>				
Parcela	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
N (n° pies/ha)	300	400	1000	500	1300
Fcc (%)	17,4	34,8	47,2	21,5	45,6
G <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	0,063	0,238	0,162	0,113	0,310
G (m <sup>2</sup> /ha)	6,3	23,8	16,2	11,3	31,0
I <sub>copa</sub> (%)	58,4	81,1	77,6	76,1	80,3

En la tabla 26 se muestran los valores de los índices para los individuos con porte arbustivo y medida del diámetro en la base del tronco. Se aclara que el índice de copa para la parcela 3 no ha sido posible realizar su cálculo debido a la pérdida de datos.

Tabla 26 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta; Gp, área basimétrica de la parcela; G, área basimétrica; E, relación de espaciamiento; Icopa, índice de copa viva, para los individuos arbustivos de las parcelas 2, 3, 6, 7 y 8.

<b>Índices (unidades)</b>	<i>Juniperus brevifolia</i>				
Parcela	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
N (n° pies/ha)	400	200	600	300	500
Fcc (%)	11,4	4,6	10,8	5,2	10,4
G <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	0,046	0,015	0,057	0,089	0,099
G (m <sup>2</sup> /ha)	4,6	1,5	5,7	8,9	9,9
I <sub>copa</sub> (%)	73,7	-	70,6	70,2	75,4

En la tabla 27 se muestran los valores de densidad y fracción de cabida cubierta de los ejemplares rastreros

Tabla 27 N, densidad; Fcc, fracción de cabida cubierta para las matas rastreras de las parcelas 2, 3, 6, 7 y 8.

<b>Índices (unidades)</b>	<i>Juniperus brevifolia</i>				
Parcela	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
N (n° pies/ha)	800	0	0	600	0
Fcc (%)	40,8	0	0	3,9	0

Basado en los resultados de las tablas 24, 25, 26 y 27; se observa que la parcela con mayor densidad es la número 6, con un total de 2000 pies/ha. El resto de parcelas presenta valores similares entre 1500 y 1800 pies/ha. La parcela número 3, en comparación con el resto presenta una densidad baja con 600 pies/ha.

La fracción de cabida cubierta (F<sub>cc</sub>) es de 69,9%, 39,4%, 65,3%, 47,9% y 56,0% para las parcelas 2, 3, 4, 6, 7 y 8 respectivamente.

El área basimétrica (G) en todas las parcelas de la unidad muestral para la categoría arbórea con desarrollo tortuoso del tronco, presenta valores más elevados, hasta los 31 m<sup>2</sup>/ha correspondientes a la parcela 8. Los individuos arbóreos con fuste recto, en general, presenta valores bajos exceptuando en la parcela 7 con un valor de G de 16,4 m<sup>2</sup>/ha.

El índice de copa también refleja la similitud entre las parcelas de esta unidad muestral, con valores, independientemente del porte, de alrededor de 75 % en la mayor parte de los casos.

El pie exterior localizado en la parcela 7 solo se ha tenido en cuenta para el cálculo de la fracción de cabida cubierta, debido a que parte de su copa es proyectada hacia el interior de la parcela. Para el cálculo de los restantes índices de espesura no ha sido considerado.

Las figuras 29, 30, 31, 32 y 33 muestra la planta la posición de los individuos y la forma de sus copas de las parcelas 2, 3, 4, 6,7 y 8.

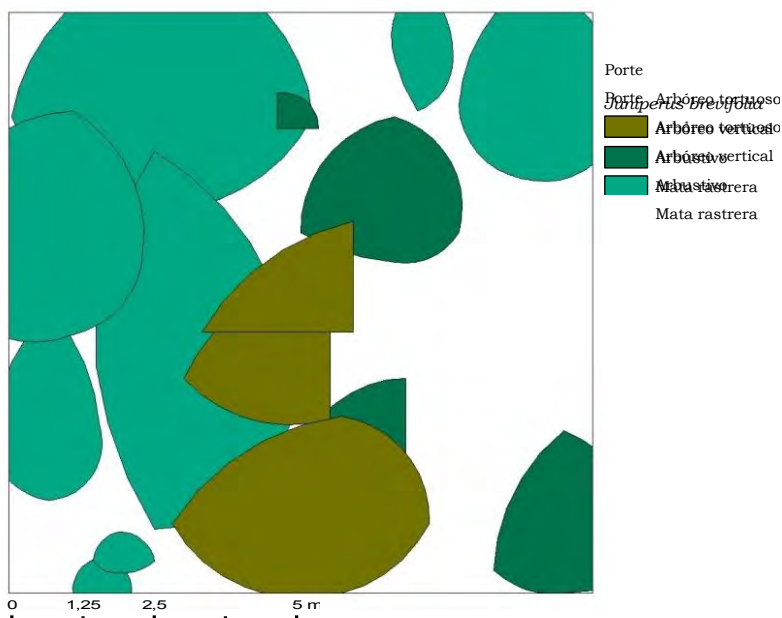


Figura 29 Distribución espacial de las copas en la parcela 2 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre.

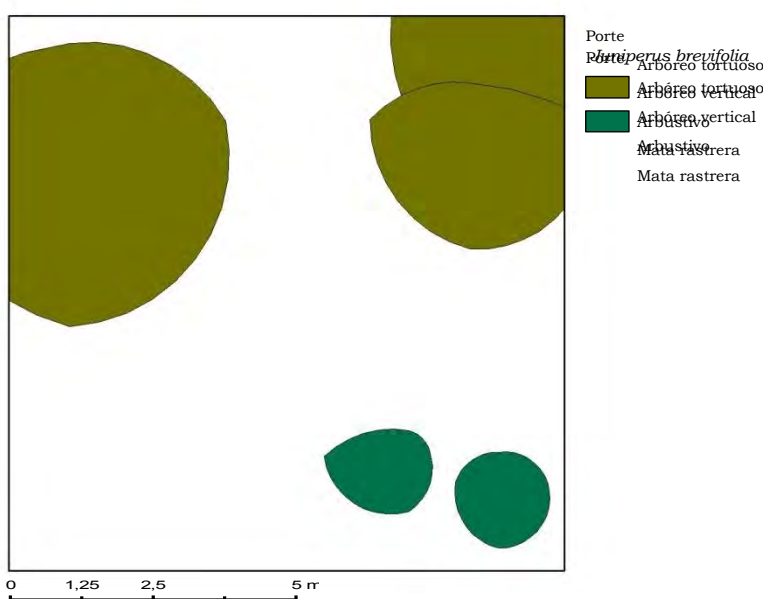


Figura 30 Distribución espacial de las copas en la parcela 3 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre.

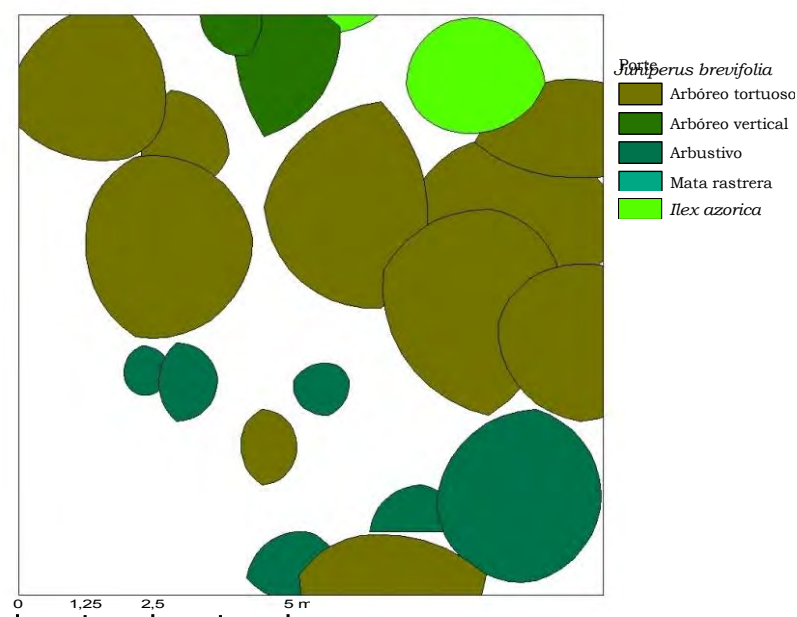


Figura 31 Distribución espacial de las copas en la parcela 6 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre.

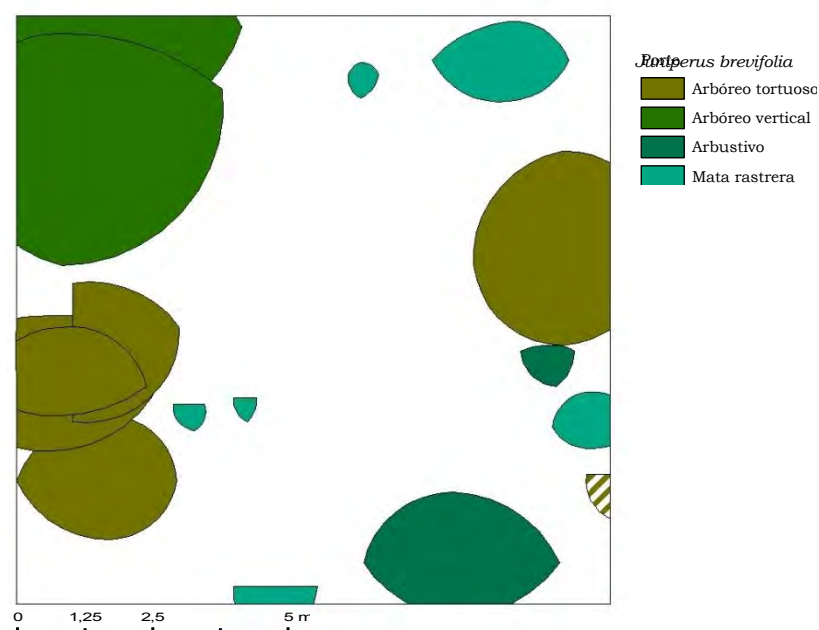


Figura 32 Distribución espacial de las copas en la parcela 7 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre. El ejemplar rayado significa que su base se sitúa fuera de la parcela.

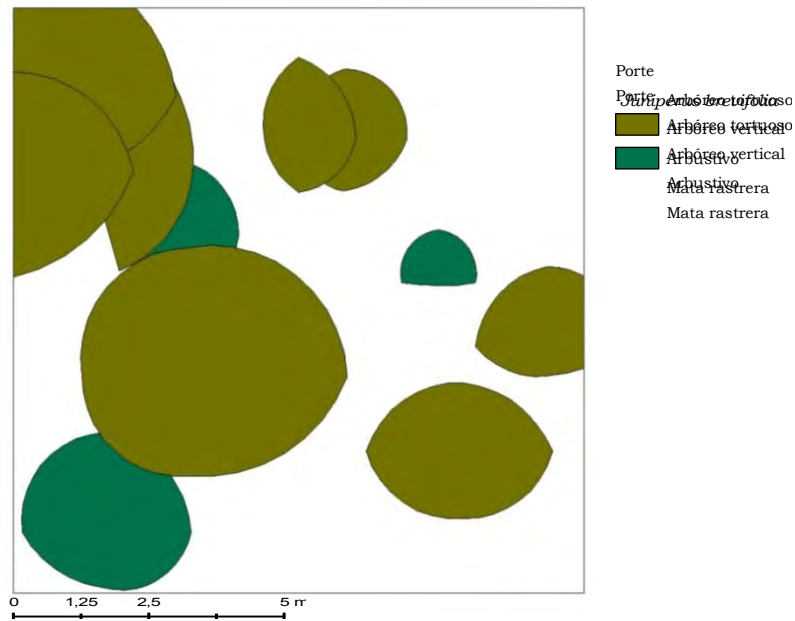


Figura 33 Distribución espacial de las copas en la parcela 8 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de cumbre.

Para concluir, se observa como en la mayoría de las parcelas (figuras 29, 30, 31, 32 y, 33) las copas tienen formas circulares con tendencia a ovadas, o copas con forma elíptica.

➤ Análisis de la estructura a través de su fisionomía

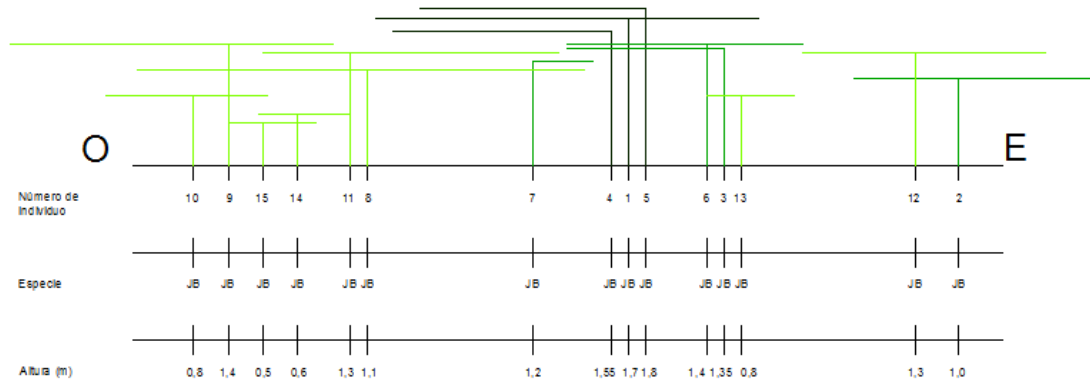


Figura 34 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 2. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de *Juniperus brevifolia* (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de *Juniperus brevifolia*; y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).



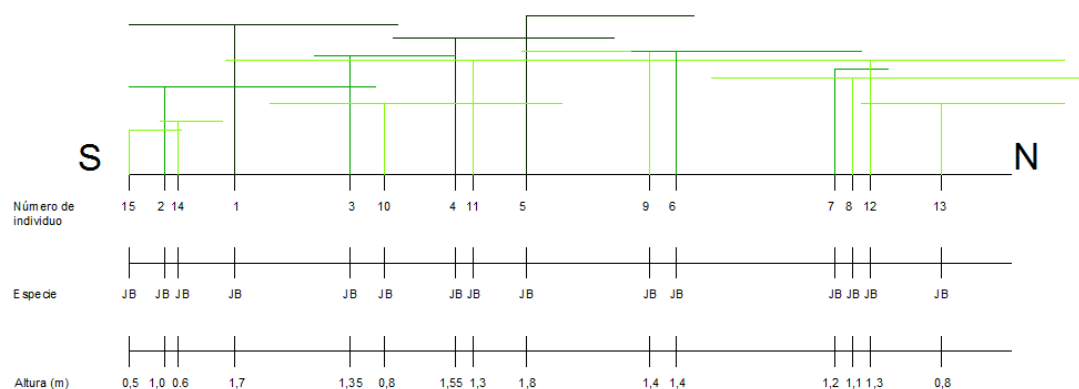


Figura 35 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 2. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de *Juniperus brevifolia* (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de *Juniperus brevifolia*; y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

De la observación de los dos perfiles de la parcela 2 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 28 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 2.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	1	7	1	7	4	29	8	57

La posición sociológica dominada prevalece frente a la dominante, correspondiendo el valor mayor a los ejemplares sumergidos, con un 57 %.

Tabla 29 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 2.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	9	60	5	30	1	10

Se observa en la tabla 29, que el estrato superior es el más representado con un valor de 60 %. Para el cálculo de la altura dominante nos apoyamos en la premisa de Bengoa Martínez de Mandojana, de forma que la altura dominante en la parcela tiene un valor de 1,8 metros.

Es de señalar como en esta parcela, ambos métodos no coinciden en su resultado, contrariándose uno con otro.

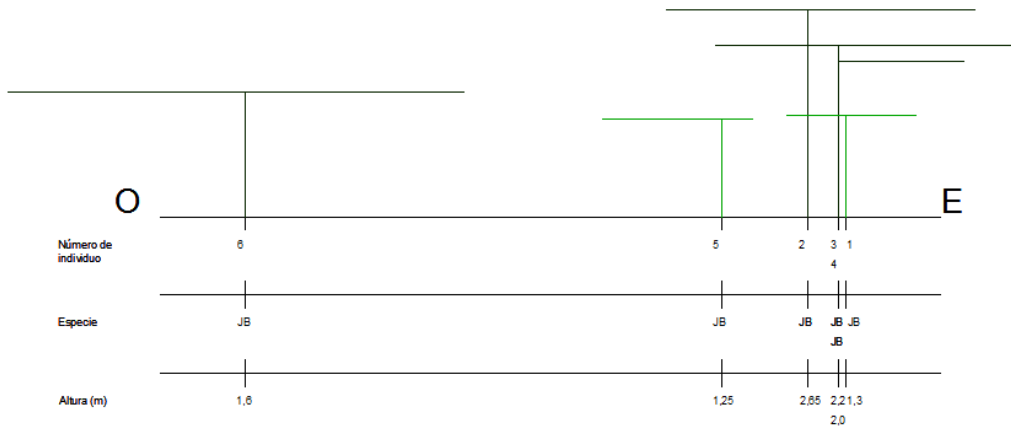


Figura 36 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 3. Color verde oscuro corresponde a arbustos de *Juniperus brevifolia* (JB); y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

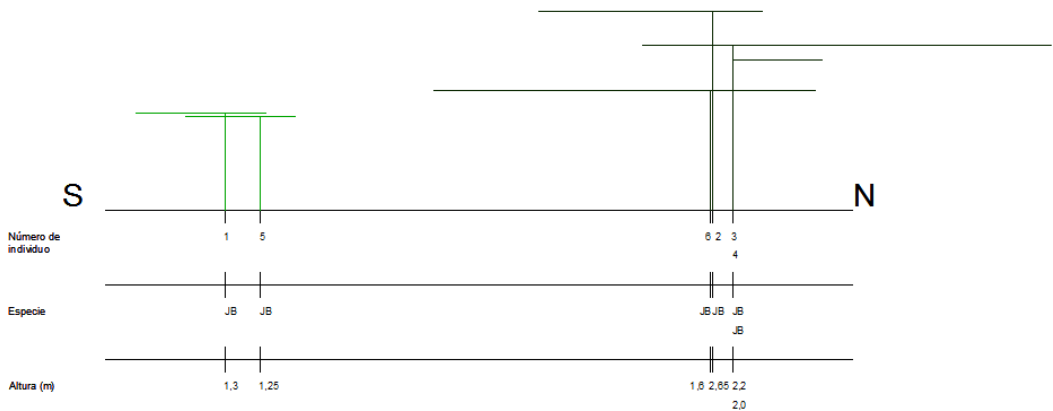


Figura 37 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 3. Color verde oscuro corresponde a arbustos de *Juniperus brevifolia* (JB); y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

De la observación de los dos perfiles de la parcela 3 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 30 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 3.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	1	20	0	0	2	30	3	50

La posición sociológica dominada prevalece frente a la dominante, correspondiendo el valor mayor a los ejemplares sumergidos, con un 50 %.

Tabla 31 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 3.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	3	50	3	50	0	0

Se observa en la tabla 31, que no existe estrato inferior, estando representado por igual el estrato superior y medio. Para el cálculo de la altura dominante nos apoyamos en la premisa de Bengoa Martínez de Mandojana, de forma que la altura dominante en la parcela tiene un valor de 2,65 metros.

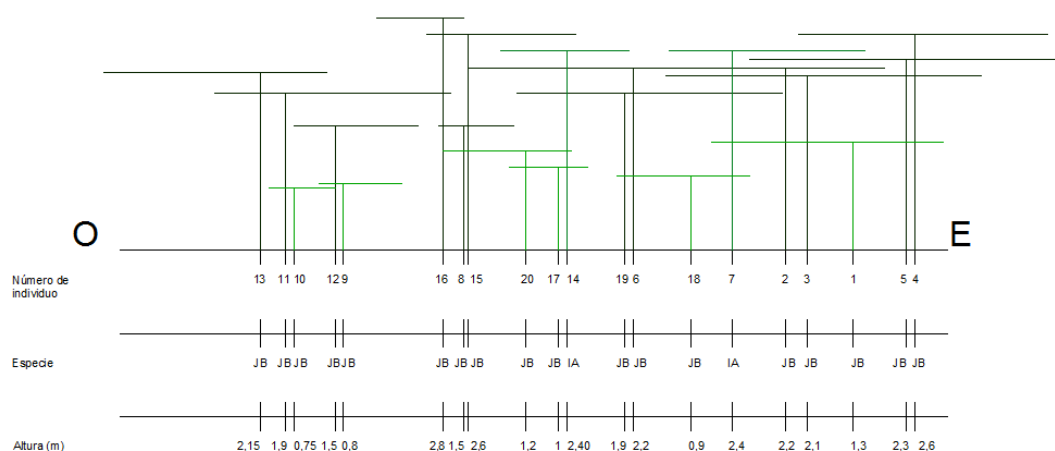


Figura 38 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 6. Color verde correspondiente a individuos arbustivos de *Juniperus brevifolia* (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de *Ilex azorica* (IA); y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

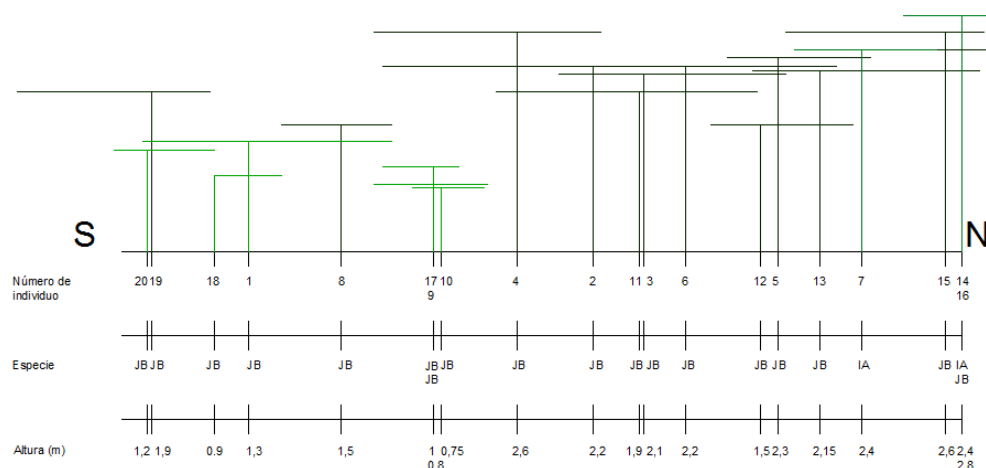


Figura 39 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 6. Color verde correspondiente a individuos arbustivos de *Juniperus brevifolia* (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de *Ilex azorica*; y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

De la observación de los dos perfiles de la parcela 6 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 32 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 6.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	3	15	2	10	5	25	8	40
<i>Ilex azorica</i>	0	0	2	10	0	0	0	0

La posición sociológica dominada prevalece frente a la dominante, correspondiendo el valor mayor a los ejemplares sumergidos, con un 40 %.

Tabla 33 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 6.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	10	50	5	25	3	15
<i>Ilex azorica</i>	2	10	0	0	0	0

Siguiendo el método de la IUFRO, existen más individuos de *Juniperus brevifolia* en el estrato superior, junto a ellos les acompaña los dos únicos individuos de *Ilex azorica*. El estrato medio también se encuentra bastante representado con un peso del 25% sobre el total, mientras que el estrato inferior apenas representa el 15% de la estratificación.

Para el cálculo de la altura dominante, se ha considerado la altura dominante en la parcela, independientemente de las especies que habiten en ella. Por tanto, según el criterio de Bengoa Martínez de Madojana, la altura dominante presenta un valor de 2,8 metros.

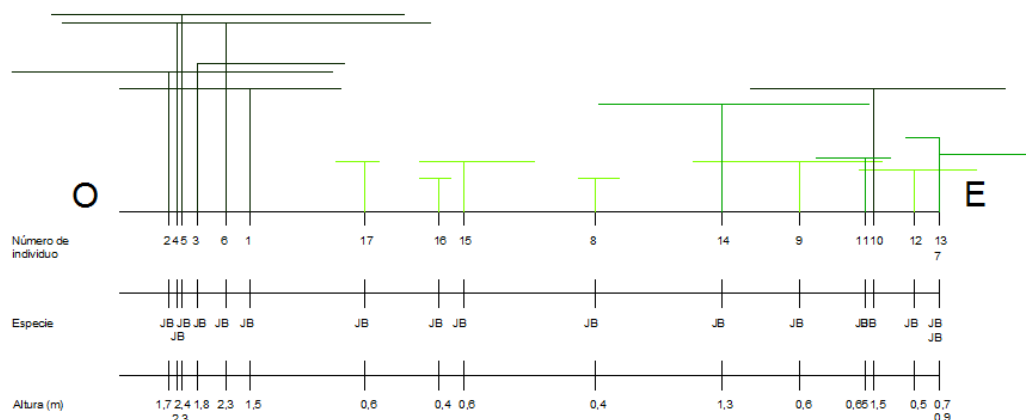


Figura 40 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 7. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de *Juniperus brevifolia* (JB); verde oscuro corresponde a arbustos de *Juniperus brevifolia*; y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

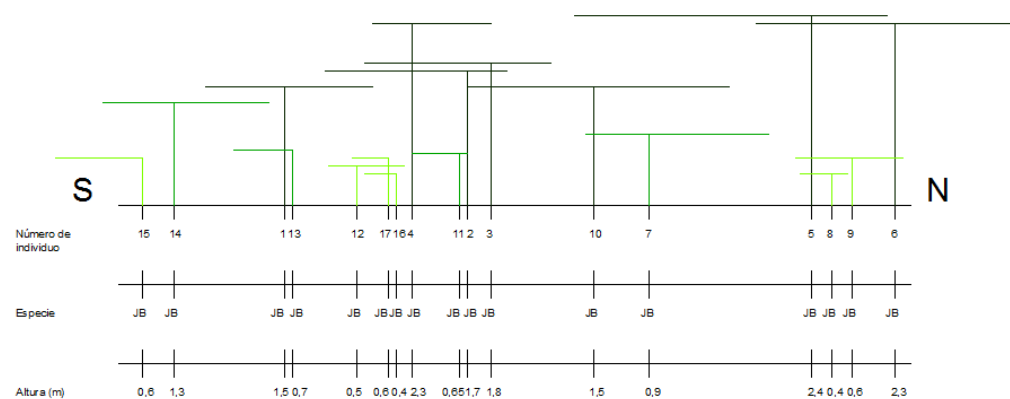


Figura 41 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 7. Color verde claro correspondiente a matas rastreras de *Juniperus brevifolia*; verde oscuro corresponde a arbustos de *Juniperus brevifolia*; y negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

De la observación de los dos perfiles de la parcela 7 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 34 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 7.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	3	18	2	11	3	18	9	53

La posición sociológica dominada prevalece frente a la dominante, correspondiendo el valor mayor a los ejemplares sumergidos, con un 53 %.

Tabla 35 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 7.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	5	30	4	23	8	50

De acuerdo con la tabla 35, el estrato inferior está más representado con un 50 %, sin embargo no se aleja mucho del valor del estrato superior. Se podría decir que la representación de los estratos es regular con una cierta tendencia hacia el estrato inferior.

Además, si observamos las distribuciones de los porcentajes de los estratos para ambos métodos resulta ser bastante similar si consideramos el estrato dominante (dominante y codominante) semejante al estrato superior, el estrato intermedio semejante al estrato medio e inferior al estrato sumergido.

Al igual que para el resto de parcelas, el cálculo de la altura dominante siguiendo el criterio de Bengoa Martínez de Mandojana presenta un valor de 2,4 metros.

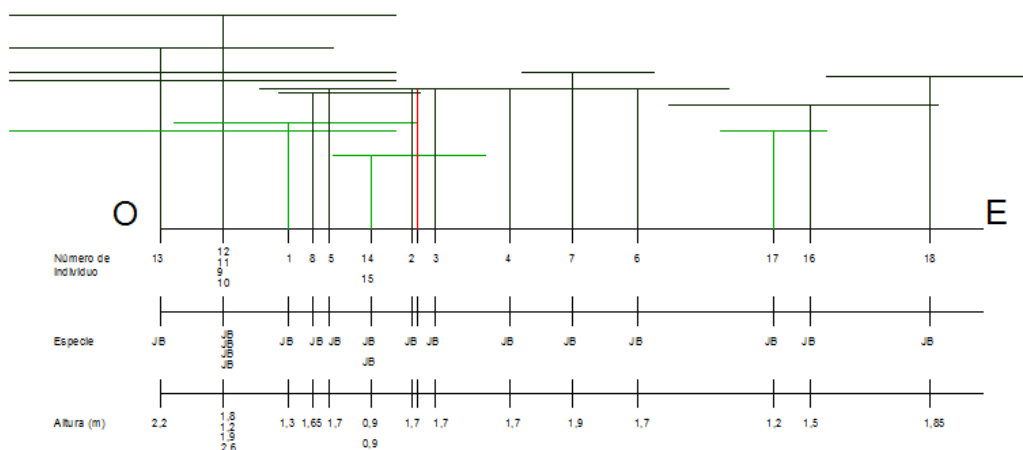


Figura 42 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 8. Color verde corresponde a individuos arbustivos de *Juniperus brevifolia* (JB); color negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. La línea de color rojo indica el punto desde donde fue tomado las distancias norte, sur, este y oeste de la copa de los individuos 2, 3, 4 y 6. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

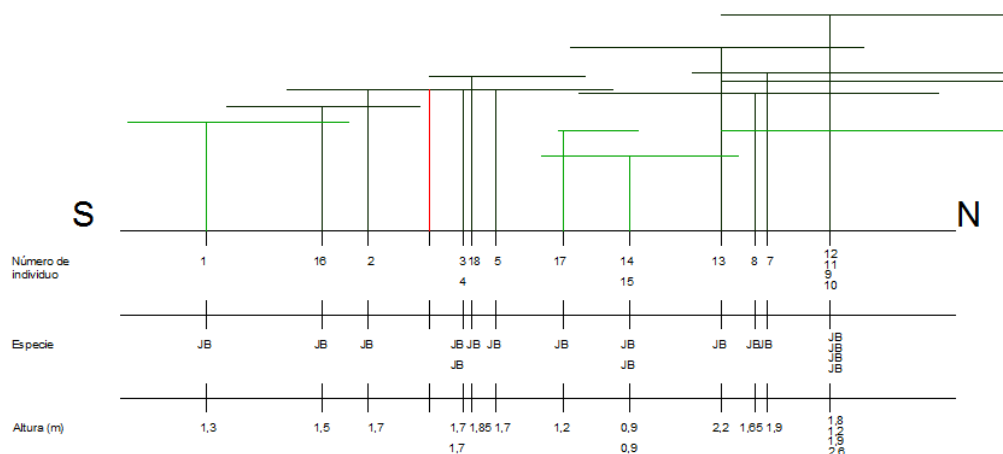


Figura 43 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 8. Color verde corresponde a individuos arbustivos de *Juniperus brevifolia* (JB); color negro a individuos arbóreos de *Juniperus brevifolia*. La línea de color rojo indica el punto desde donde fue tomado las distancias norte, sur, este y oeste de la copa de los individuos 2, 3, 4 y 6. Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

De la observación de los dos perfiles de la parcela 8 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 36 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 8.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	2	11	0	0	10	56	6	33

La posición sociológica dominada prevalece frente a la dominante, correspondiendo el valor mayor a los ejemplares intermedios, con un 56 % seguido de los individuos sumergidos.

Tabla 37 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 8.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	6	33	12	67	0	0

Siguiendo el método de la IUFRO, no existe el estrato inferior. El estrato medio es el que tiene más peso con un 67 % seguido del estrato superior. Según el criterio de Bengoa Martínez de Mandojana, la altura dominante presenta un valor de 2,6 metros.

Ambas clasificaciones dan más peso al estrato intermedio.

➤ Análisis de la estructura a través del Índice de valor de importancia

A continuación se presentan los valores del índice de valor de importancia (IVI) para cada parcela incluida en esta unidad muestral.

Tabla 38 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 2. <sup>2</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.

Especie	Densidad		Fracción de cabida cubierta		Frecuencia		Índice de valor de importancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	300	20,0	17,4	25,0	1	33,3	26,1
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	400	26,7	11,4	16,4	1	33,3	25,5
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>4</sup>	800	53,3	40,8	58,6	1	33,3	48,4
<b>TOTAL</b>	1500	100	69,6	100	3	100	100

Tabla 39 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 3. <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo.

Especie	Densidad		Fracción de cabida cubierta		Frecuencia		Índice de valor de importancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	400	66,7	34,8	88,3	1	50,0	68,3
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	200	33,3	4,6	11,7	1	50,0	31,7
<b>TOTAL</b>	600	100	39,4	100	2	100	100

Tabla 40 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 6. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo.

Especie	Densidad		Fracción de cabida cubierta		Frecuencia		Índice de valor de importancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	200	10	3,4	5,2	1	25	13,4
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	1000	50	47,2	72,3	1	25	49,1
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	600	30	10,8	16,5	1	25	23,8
<i>Ilex azorica</i>	200	10	3,9	6,0	1	25	13,7
<b>TOTAL</b>	2000	100	65,3	100	4	100	100



Tabla 41 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 7. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.

Especie	Densidad		Fracción de cabida cubierta		Frecuencia		Índice de valor de importancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	200	12,5	17,3	36,1	1	25	24,5
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	500	31,3	21,5	44,9	1	25	33,7
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	300	18,7	5,2	10,8	1	25	18,2
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>4</sup>	600	37,5	3,9	8,2	1	25	23,6
<b>TOTAL</b>	1600	100	47,9	100	4	100	100

Tabla 42 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 8. <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo.

Especie	Densidad		Fracción de cabida cubierta		Frecuencia		Índice de valor de importancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	1300	72,2	45,6	81,4	1	50	67,9
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	500	27,8	10,4	18,6	1	50	32,1
<b>TOTAL</b>	1800	100	56,0	100	2	100	100

Según los resultados obtenidos en las tablas anteriores, los valores del índice de importancia en la parcela 2 con el 48,4, que las matas rastreras son las más representativas. Le siguen los ejemplares arbóreos (con porte tortuoso) y arbustivos respectivamente.

En la parcela 3, se destaca los ejemplares arbóreos con un 43,1 para aquellos que tienen fustes rectos y con 30,8 para aquellos que tienen el fuste tortuoso.

En la parcela 6, destacan los ejemplares arbóreos con desarrollo del tronco tortuoso y los individuos arbustivos, con valores de 49,1 y 23,8 respectivamente. De los individuos arbóreos con fuste recto y los pies de *Ilex azorica* se podría decir que tienen el mismo peso, con un valor del orden de 13.

La parcela 7 presenta valores de índice bastante homogéneos, se destaca los ejemplares arbóreos con porte tortuoso, pero le siguen muy de cerca los ejemplares arbóreos con fustes rectos y las matas rastreras.

La parcela 8 está claramente representada con el 67,9 por los individuos arbóreos con desarrollo del tronco tortuoso.

En general, para el conjunto de las parcelas el porte que más veces aparece con un IVI mayor es el porte arbóreo con desarrollo del tronco tortuoso, acompañado por arbustos, seguido de ejemplares arbóreos con fuste recto.

### 4.2.3. SERRA DA TRONQUEIRA

En la Serra da Tronqueira encontramos la mayor extensión de bosque de Laurisilva que existe en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. Su estado actual difiere bastante de lo que ha podido ser años atrás, debido principalmente al apeo de las masas naturales por parte del hombre, lo que ha provocado un efecto devastador en la zona. Muchas áreas fueron repobladas con especies para uso maderero, entre las que destacan principalmente *Cryptomeria japonica* y *Acacia* spp.; otras zonas quedaron libres de la acción del hombre lo que ha permitido que el área se regenere con vegetación nativa.

Sin embargo, su ubicación alejada de los núcleos de población y la escasa accesibilidad a la zona han conseguido mantener algunas zonas libres de intervención humana dejando que con el paso de los años se llegase a recuperar parte de la Laurisilva cortada.

Pero no solo el corte de la vegetación nativa fue el único problema, esta zona está gravemente afectada por la elevada presencia de especies invasoras como *Pittosporum undulatum*, *Clethra arborea* y *Sphaeropteris cooperi* entre otras. Desde el año 2004 se han conseguido recuperar más de 230 hectáreas localizadas en el interior de la Serra da Tronqueira. La acción principal para llevar a cabo esta recuperación fue eliminar, mediante corte y aplicación de herbicida en tronco y/o cepa de estas especies exóticas.

El paisaje con vegetación nativa que se encuentran actualmente en la Serra da Tronqueira se caracteriza por presentar comunidades de:

- Bosque de Laurisilva húmedo cuya estructura se compone por un estrato arbóreo formado por *Laurus azorica*, *Erica azorica*, *Ilex azorica*, *Frangula azorica*; y un estrato arbustivo formado por individuos jóvenes de las especies anteriormente citadas junto a individuos de *Vaccinium cylindraceum*, *Myrsine retusa*, *Juniperus brevifolia*, y la planta trepadora *Hedera azorica*.
- Bosque de Cedro o Zimbral cuya estructura se compone por un estrato arbóreo continuo de *Juniperus brevifolia* acompañado por individuos de *Ilex azorica* y *Laurus azorica*; un estrato arbustivo poco denso con especies como *Calluna vulgaris*, *Myrsine retusa*; y un estrato herbáceo formado principalmente por *Sphagnum* spp.

Ambas formaciones se encuentran bastante degradadas y en proceso de recuperación, dificultando en ocasiones al observador su reconocimiento en campo. Fruto del trabajo de la fotointerpretación se consiguió delimitar 17 hectáreas de bosque denso de *Juniperus brevifolia*.

Su orografía es escarpada, de difícil acceso, atravesada por el arroyo Ribeira do Guilherme y sus afluentes. El rango de pendientes oscila entre 5 y 70% en toda la unidad muestral.

Existen 4 senderos principales de acceso a la zona, tres de ellos salen desde la pista forestal denominada Estrada da Tronqueira y otro desde la zona conocida como Fajã do Rodrigo junto al arroyo Ribeira do Guilherme.

La altitud media de la zona es de 600 metros siendo la cota más baja alrededor de los 300 metros en la zona de la Ribeira do Guilherme y la cota más alta los 1100 metros correspondientes al Pico da Vara.

Las principales manchas de bosque se encuentran en las laderas del valle orientadas hacia el sur, sureste y noreste. Posee condiciones climáticas de baja exposición a los vientos y elevada humedad atmosférica. Estas condiciones generan un buen desarrollo de la masa, propiciando que muchos de sus ejemplares hayan alcanzado alturas de más de 6 metros.

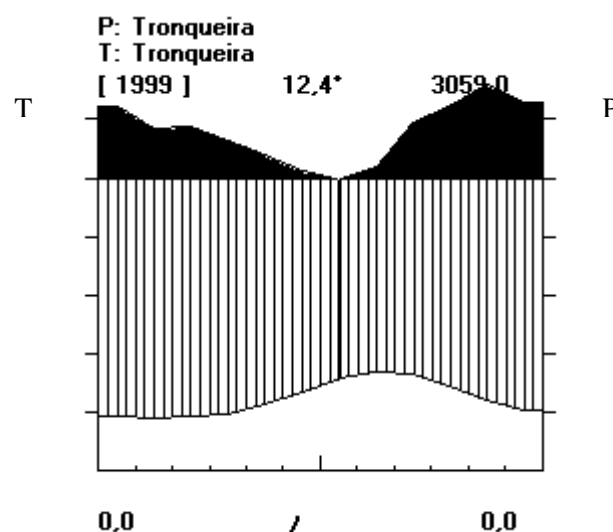


Figura 44 Climodiagrama de la unidad muestral de la Serra da Tronqueira. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.

De acuerdo con el climodiagrama, la precipitación anual alcanza los 3059 mm, con un máximo en el mes de noviembre con 417,7 mm y un mínimo en el mes de julio con 98,9 mm. La precipitación a lo largo del año presenta la siguiente distribución (porcentaje sobre el total anual):

- Precipitación en invierno (meses de enero a marzo): 884,4 mm (29%)
- Precipitación en primavera (meses de abril a junio): 527,4 mm (17%)
- Precipitación en verano (meses de julio a septiembre): 525,4 mm (17%)
- Precipitación en otoño (meses de octubre a diciembre): 1121,8 mm (37%)

La temperatura media máxima se alcanza en el mes de agosto con un valor de 17°C, mientras que la temperatura media mínima se alcanza en el mes de febrero con un valor de 9°C.

➤ Análisis de la estructura a través de los parámetros medios de masa

La distribución diamétrica de *Juniperus brevifolia* muestra una población estable representada por las clases diamétricas de 10 – 15 y 15 – 20 centímetros.

Las alturas siguen un orden creciente desde las clases diamétricas menores hacia las clases diamétricas mayores con valores de 2,9 metros hasta los 5 metros del individuo más grueso.

Junto al cedro aparecen individuos de *Erica azorica* y *Ilex azorica*, incluidos en la clase diamétrica de 5 – 10. Sus alturas medias son del orden de 3 metros, situándose por debajo del dosel de copas de *Juniperus brevifolia*

Tabla 43 Composición por clases diamétricas de la parcelas 4 y 5. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.

CD	Marca de clase	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>		<i>Ilex azorica</i>		<i>Erica azorica</i>	
		N (pies)	H̄ (m)	N (pies)	H̄ (m)	N (pies)	H̄ (m)
5 – 10	0,075	3	2,9	4	3,5	6	3,3
10 – 15	0,125	6	3,8	0		0	
15 – 20	0,175	6	3,8	0		0	
20 – 25	0,225	1	4,5	0		0	
25 – 30	0,275	1	5	0		0	
<b>TOTAL</b>		17		4		6	

De la observación de la tabla 43, destacamos la media de diámetro con 15,6 centímetros y un valor máximo de 29,9 centímetros para *Juniperus brevifolia*. La muestra de las alturas, con una desviación típica de 0,7, es bastante homogénea con un valor medio de 3,8 metros.

Los individuos de *Erica* e *Ilex*, con desviaciones típicas mínimas de diámetro y altura representan una muestra homogénea, lo cual significa que los pies son semejantes entre sí. Los valores máximos de alturas para ambas especies, se mantienen en un valor similar al de la altura media de *Juniperus brevifolia*.

La superficie de copa media en los pies de *Juniperus* tiene un valor de 11,8 m<sup>2</sup> y un valor máximo de 37,6 m<sup>2</sup>.

Las superficies de copa para las otras dos especies presentan valores muy por debajo del valor medio de *Juniperus*, mostrando una clara dominancia de la especie.

Tabla 44 Estadística descriptiva de la muestra correspondiente a las parcelas 4 y 5. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.

Especie	Variable	Nº observaciones	Media aritmética	Media cuadrática	Desviación típica	Máximo	Mínimo
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	Diámetro (cm)	17	15,6	16,5	5,5	29,9	7,0
	Altura (m)	17	3,8	3,9	0,7	5,0	2,9
	Superficie copa (m)	17	11,8	14,7	8,9	37,6	1,3
<i>Ilex azorica</i>	Diámetro (cm)	4	7,6	7,8	1,2	9,6	6,4
	Altura (m)	4	3,5	3,6	0,8	4,4	2,7
	Superficie copa (m)	4	1,8	2,2	0,8	3,1	1,1
<i>Erica azorica</i>	Diámetro (cm)	6	6,4	6,4	0	7,0	5,7
	Altura (m)	6	3,3	3,4	0,4	3,9	2,8
	Superficie copa (m)	6	0,9	1,1	0,5	1,8	0,3

➤ Análisis de la estructura a través de los Índices de espesura

En la tabla 45 encontramos los índice de espesura por especie de las parcelas 4 y 5. El número de pies/ha en la parcela 4 es de 1400 y en la parcela 5 de 1300 pies/ha. La fracción de cabida cubierta para la parcela 4 es de 69,0 %. Los valores fracción de cabida cubierta de los pies de *Erica* e *Ilex* en la parcela 4 son nulos, puesto que todos ellos están sumergidos bajo las copas de cedro, quedando ocultos bajo las proyecciones de su copa.

Los índices de copa son elevados en todos los casos para las especies de *Juniperus* e *Ilex*. *Erica azorica* presenta los valores más bajos siendo del orden de 38,7 % y 53,3 % para las parcelas 5 y 4 respectivamente.

Tabla 45 N, densidad; Fcc, Fracción de cabida cubierta; Gp, Área basimétrica de la parcela; G, Área basimétrica; E, relación de espaciamiento; Icopa, Índice de copa viva. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.

Índices (unidades)	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>		<i>Ilex azorica</i>		<i>Erica azorica</i>	
Parcela	4	5	4	5	4	5
N (nº pies/ha)	900	800	200	200	300	300
Fcc (%)	69,0	51,5	0	3,1	0	1,6
G <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	0,179	0,163	0,008	0,011	0,009	0,009
G (m <sup>2</sup> /ha)	17,9	16,3	0,8	1,1	0,9	0,9
Icopa (%)	64,2	71,9	70,0	58,1	53,3	38,7

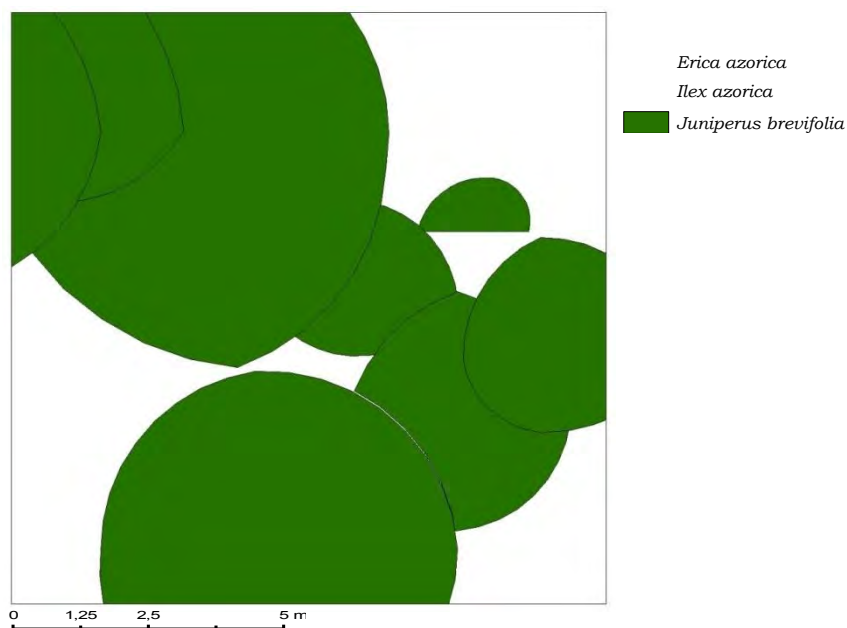


Figura 45 Distribución espacial de las especies en la parcela 4 de 10 x 10 metros localizada en la unidad muestral de Serra da Tronqueira.

En la figura 45, los individuos de *Erica azorica* e *Ilex azorica* se sitúan por debajo de las copas de *Juniperus brevifolia*, de ahí que desde la perspectiva en planta no se pueden ver. Este hecho se ve más claro si se observan el alzado de la parcela (figuras 47 y 48).

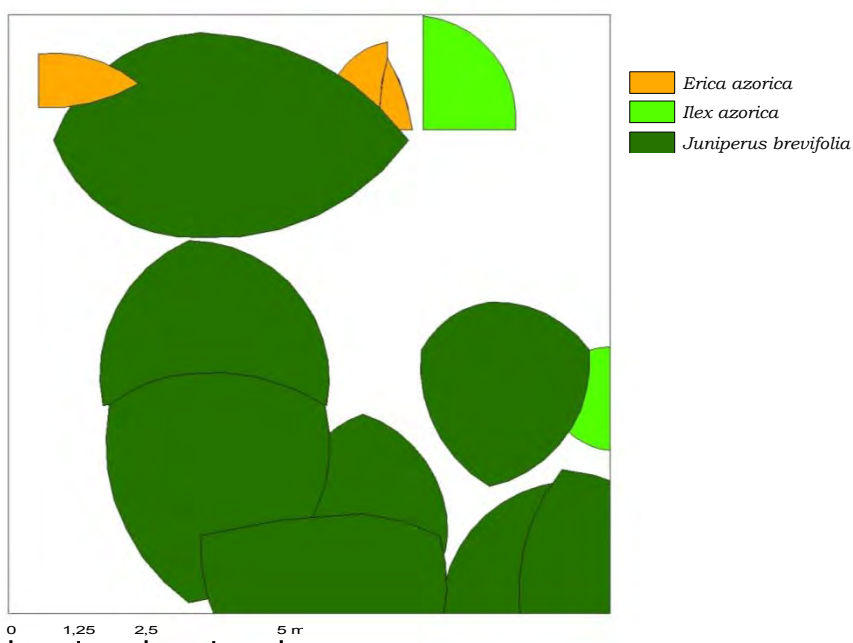


Figura 46 Distribución espacial de las especies en la parcela 5 de 10 x 10 metros localizada en la unidad muestral de Serra da Tronqueira.

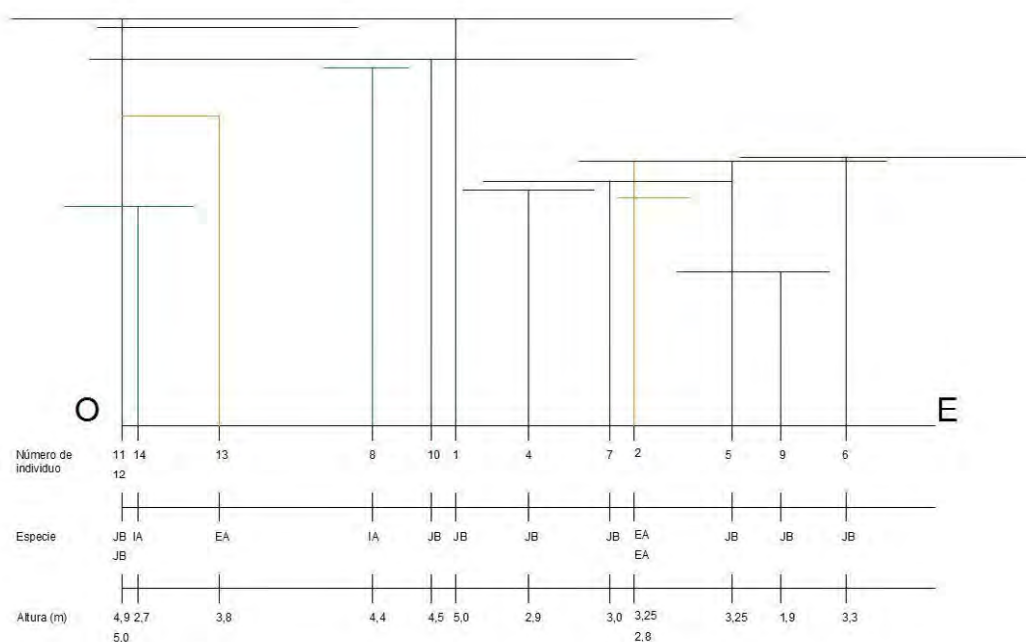
➤ Análisis de la estructura a través de su fisionomía

Figura 47 Diagrama de perfil Oeste – Este de la parcela 4. Color verde corresponde a *Ilex azorica* (IA), color naranja a *Erica azorica* (EA); y negro a *Juniperus brevifolia* (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

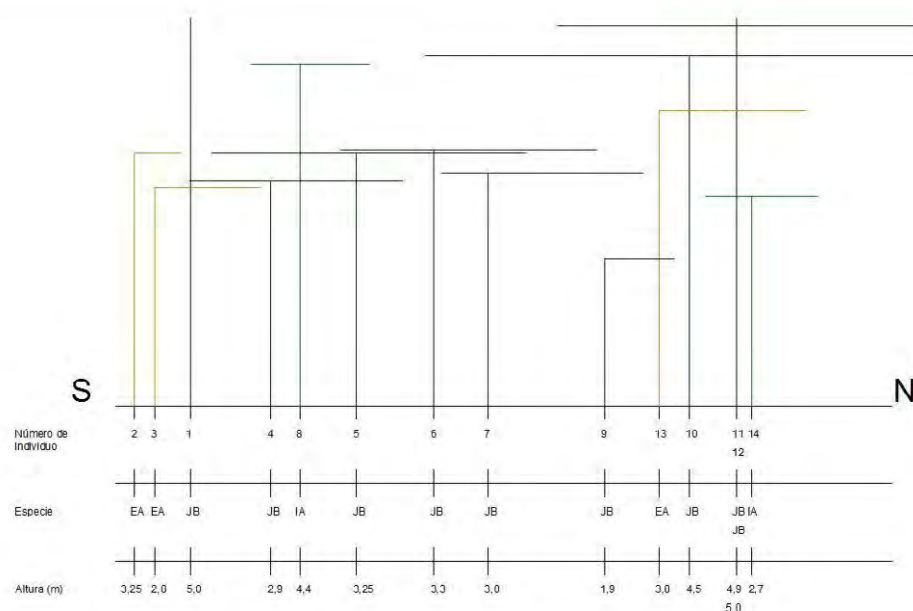


Figura 48 Diagrama de perfil Sur – Norte de la parcela 4. Color verde corresponde a *Ilex azorica* (IA), color naranja a *Erica azorica* (EA); y negro a *Juniperus brevifolia* (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

De la observación de los dos perfiles de la parcela 4 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 46 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 4.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	2	14	2	14	2	14	3	22
<i>Ilex azorica</i>	0	0	0	0	1	7	1	7
<i>Erica azorica</i>	0	0	0	0	0	0	3	22

La posición sociológica dominada prevalece frente a la dominante, correspondiendo el valor mayor a los ejemplares sumergidos, con un 51 % para el conjunto de las especies presentes. Aquí, de nuevo, se confirma como las especies acompañantes forman parte del estrato dominado.

Tabla 47 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 4.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	5	36	4	29	0	0
<i>Ilex azorica</i>	1	7	1	7	0	0
<i>Erica azorica</i>	1	7	2	14	0	0

Siguiendo el método de la IUFRO, existen más individuos de *Juniperus brevifolia* en el estrato superior, acompañados de pies de *Ilex azorica* y *Erica azorica*. El estrato medio también se encuentra bastante representado con el 29 % para los pies de *Juniperus brevifolia* seguido de *Erica azorica* e *Ilex azorica*.

El balance general por estrato muestra como ambos están representados en un 50%.

Para el cálculo de la altura dominante, se ha considerado la altura dominante en la parcela, independientemente de las especies que habiten en ella. Por tanto, según el criterio de Bengoa Martínez de Mandojana, la altura dominante presenta un valor de 5 metros.



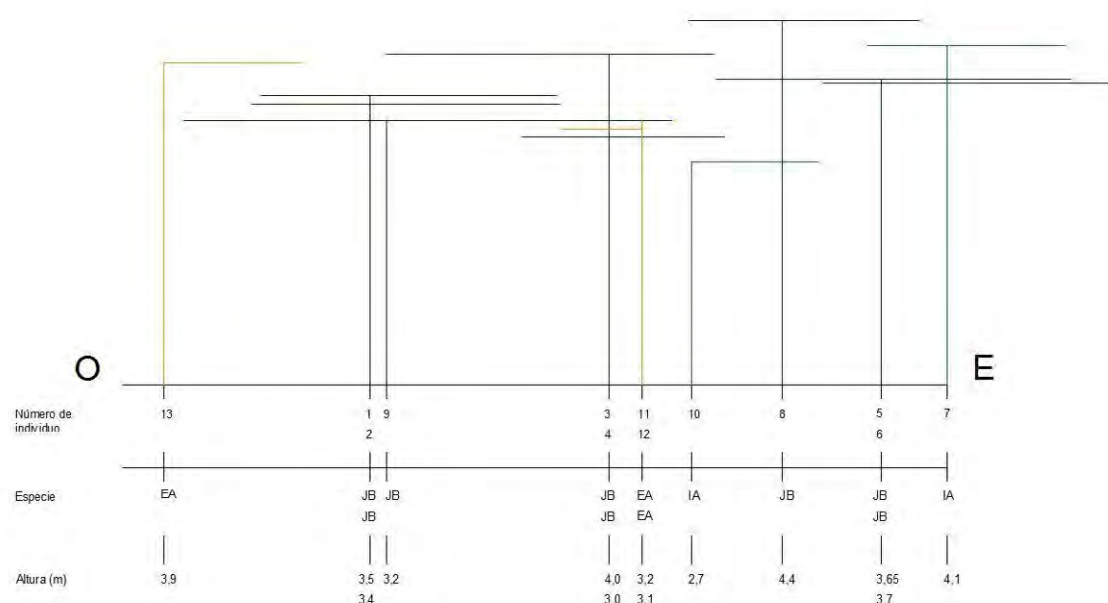


Figura 49 Diagrama de perfil Oeste - Este de la parcela 5. Color verde corresponde a *Ilex azorica* (IA), color naranja a *Erica azorica* (EA); y negro a *Juniperus brevifolia* (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

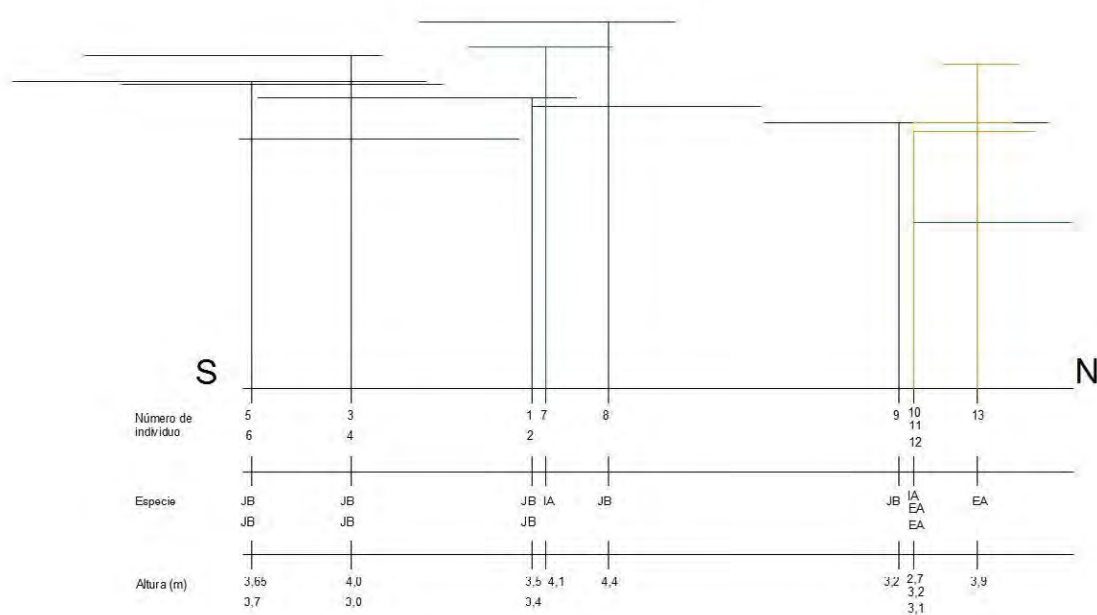


Figura 50 Diagrama de perfil Sur - Norte de la parcela 5. Color verde corresponde a *Ilex azorica* (IA), color naranja a *Erica azorica* (EA); y negro a *Juniperus brevifolia* (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982).

De la observación de los dos perfiles de la parcela 5 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 48 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 4.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	2	15	1	8	4	30	2	15
<i>Ilex azorica</i>	1	8	0	0	0	0	1	8
<i>Erica azorica</i>	0	0	1	8	1	8	1	8

La posición sociológica dominada prevalece frente a la dominante, correspondiendo el valor mayor a los ejemplares intermedios de *Juniperus brevifolia*, con un 30 %. Se observa como un ejemplar de *Ilex azorica* se sitúa en el estrato dominante. En general se podría decir, de acuerdo con la tabla 48, para el conjunto de la parcela que la posición dominante es la más representada, seguida de la posición intermedia y sumergida con valores de 38% y 31 % respectivamente.

Tabla 49 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 4.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	8	61	0	0	0	0
<i>Ilex azorica</i>	1	8	0	0	0	0
<i>Erica azorica</i>	3	23	1	8	0	0

De acuerdo con la tabla 49, el método de la IUFRO no contempla un estrato inferior en esta parcela. Siendo el estrato superior con el 92 % es más representado. Apenas se encuadra un solo ejemplar en el estrato medio de *Erica azorica*.

Al igual que en casos anteriores, en donde la parcela está formada por varias especies, el cálculo de su altura dominante para la parcela según el criterio de Bengoa Martínez de Mandojana tiene un valor de 4,4 metros.

➤ Análisis de la estructura a través del Índice de valor de importanciaTabla 50 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 4. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical

Especie	Densidad		Área basimétrica		Frecuencia		Índice de valor de importancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	800	61,5	17,9	82,9	1	33,3	59,2
<i>Ilex azorica</i>	200	15,4	2,8	13	1	33,3	20,6
<i>Erica azorica</i>	300	23,1	0,9	4,1	1	33,3	20,2
<b>TOTAL</b>	1300	100	21,6	100	3	100	100

Tabla 51 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 5. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical

Especie	Densidad		Área basimétrica		Frecuencia		Índice de valor de importancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	800	61,5	16,3	89,1	1	33,3	61,3
<i>Ilex azorica</i>	200	15,4	1,1	6,0	1	33,3	18,2
<i>Erica azorica</i>	300	23,1	0,9	4,9	1	33,3	20,5
<b>TOTAL</b>	1300	100	18,3	100	3	100	100

El cálculo de este índice para las dos parcelas incluidas en esta unidad muestral, se ha efectuado a partir del área basimétrica en lugar de la fracción de cabida cubierta por tratarse de una comunidad de porte arbóreo.

En ambas parcelas, *Juniperus brevifolia* presenta el mayor valor de índice de importancia. *Erica azorica* y *Ilex azorica* están igualmente representadas en ambas parcelas con valores del orden de 20.

#### 4.2.4. MALHADA

Se trata de un área entre los 500 y 750 metros de altitud cubierta principalmente por plantaciones de *Cryptomeria japonica*, bosque de Laurisilva húmedo y masas arbóreas de especies exóticas como *Pittosporum undulatum*. La unidad muestral localizada en la zona para la elaboración de este estudio, corresponde a una superficie de 10 hectáreas identificadas como bosque de Laurisilva húmedo, con una altitud media de 650 metros.

Las razones que llevaron a escoger esta muestra fueron la existencia de caminos y senderos de acceso a la zona, y la localización de una parcela de estudio de vegetación instalada desde el año 2009 cuyos datos muestreados en el año 2012 han sido utilizados en el presente estudio.

Los únicos accesos a la zona son a través de los senderos oficiales pertenecientes a la “Rede Regional de Trilhos Pedestres Homologados”. El sendero principal es el PR8SMI que sale desde Lomba de Fazenda hasta llegar al Pico da Vara atraviesa toda la zona, sin embargo existen otros dos recorridos de acceso de mayor longitud que conectan con el PR8SMI. Estos son el PR7SMI que sale desde Algarvia y el PR23SMI que sale desde Povoação. Ambos llegan hasta el Pico da Vara, punto de cruce con el sendero PR8SMI.

La vegetación presente en la unidad muestral pasa por formaciones de bosque de Laurisilva húmedo en cotas medias a matorrales de *Juniperus brevifolia* en las cotas altas. En cotas medias encontramos en el estrato arbóreo individuos de *Ilex azorica*, *Juniperus brevifolia*, *Laurus azorica* y *Erica azorica*. Los ejemplares de *Juniperus brevifolia* presentan un desarrollo de su tronco poco o nada tortuoso, con copa amplia, formando bosquetes o localizados de forma dispersa en la masa.

La orientación de la unidad muestral es sureste, dirigida hacia el interior de la cuenca del arroyo Ribeira do Guilherme. Su situación en cotas medias-altas junto a dicha orientación protege a la zona de los fuertes vientos.

El rango de pendientes oscila entre el 20 y 70% localizándose las fuertes pendientes cerca de los cauces.

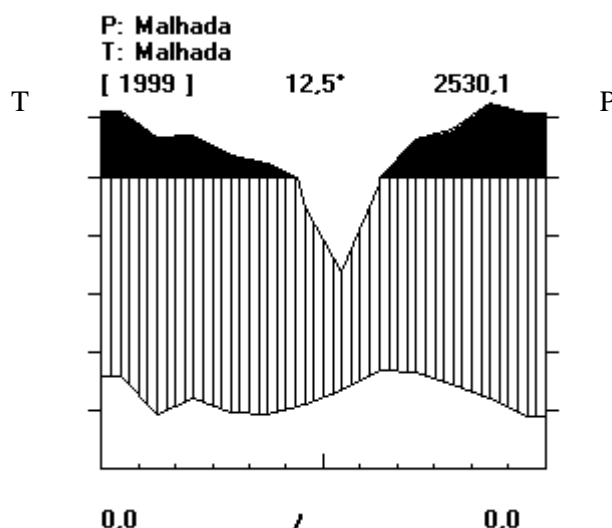


Figura 51 Climodiagrama de la unidad muestral de la Malhada. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid

De acuerdo con la el climodiagrama, la precipitación anual alcanza los 2530,1 mm, con un máximo en el mes de noviembre con 350 mm y un mínimo en el mes de julio con 67,5 mm. La precipitación a lo largo del año presenta la siguiente distribución (porcentaje sobre el total anual):

- Precipitación en invierno (meses de enero a marzo): 797,0 mm (32%)
- Precipitación en primavera (meses de abril a junio): 410,4 mm (16%)
- Precipitación en verano (meses de julio a septiembre): 395,3 mm (15%)
- Precipitación en otoño (meses de octubre a diciembre): 926,8 mm (37%)

La temperatura media máxima se alcanza en el mes de agosto con un valor de 17°C, mientras que la temperatura media mínima se alcanza en el mes de febrero con un valor de 8,8°C.

#### ➤ Análisis de la estructura a través de los parámetros medios de masa

Tabla 52 Composición por clases diamétricas de la parcela 9. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.

CD	Marca de clase	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>		<i>Ilex azorica</i>		<i>Laurus azorica</i>	
		N (pies)	$\bar{H}$ (m)	N (pies)	$\bar{H}$ (m)	N (pies)	$\bar{H}$ (m)
5 – 10	0,075	4	2,8	2	3	1	2,2
10 – 15	0,125	0		0		0	
15 – 20	0,175	0		0		0	
20 – 25	0,225	0		0		0	
25 – 30	0,275	1	3,1	0		0	
<b>TOTAL</b>		5		2		1	

De acuerdo con los resultados de la tabla 52, la parcela presenta 8 individuos, siendo la mayoría de *Juniperus brevifolia*. La clase diamétrica mas representada es 5 – 10 centímetros, lo que nos lleva a interpretar de que se trata de una población joven.

La altura media de la clase diamétrica 5 – 10 es semejante entre las especies de *Juniperus* e *Ilex* manteniendo un mismo nivel de copa, mientras que el pie de *Laurus azorica* con 2,2 metros de altura se presenta a un nivel ligeramente inferior.

Tabla 53 Estadística descriptiva de la parcela 9. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.

Especie	Variable	Nº observaciones	Media aritmética	Media cuadrática	Desviación típica	Máximo	Mínimo
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	Diámetro (cm)	5	11,6	14,5	8,8	29	5,5
	Altura (m)	5	2,8	2,9	0,38	3,2	2,2
	Superficie copa (m)	6	11,4	14,9	10,5	30,3	0,9
<i>Ilex azorica</i>	Diámetro (cm)	2	7,1	7,3	1,6	8,8	5,5
	Altura (m)	2	3	3,1	0,4	3,4	2,6
	Superficie copa (m)	2	4,3	4,6	2,2	5,8	2,8
<i>Laurus azorica</i>	Diámetro (cm)	1	-	-	-	-	-
	Altura (m)	1	-	-	-	-	-
	Superficie copa (m)	2	2,7	3,1	1,9	4,1	1,3

El diámetro medio en la parcela para la especie *Juniperus* es del orden de 11,6. Su desviación típica es de 8,8, lo que significa que la muestra presenta una diferencia considerable entre sus valores. Esto se ve reflejado en el valor máximo y mínimo de diámetro, con 29 y 5,5 respectivamente. Sin embargo, sus alturas poseen una muestra más homogénea. El valor medio de la altura es de 2,8 metros.

*Ilex azorica*, está presente con tan solo 2 individuos, y su estadística muestra que ambos son bastante similares en cuanto a diámetro y altura.

Las superficies de copa, tanto para *Juniperus* como *Laurus* presenta una observación más debido a que se ha considerado para su cálculo los individuos exteriores, cuya proyección de copa se encuentra en el interior de la parcela.

Se destaca el valor máximo de superficie de copa de *Juniperus brevifolia* con 30,3 m<sup>2</sup>, muy por encima de la media con 11,4 m<sup>2</sup>.

➤ Análisis de la estructura a través de los Índices de espesura

De la observación de la tabla 54 se obtiene que la densidad de la parcela es de 800 pies/ha, estando más representada la especie *Juniperus brevifolia*.

Su fracción de cabida cubierta es 66,3 %, incluyendo los pies exteriores. (Solo se considera la superficie de la copa proyectada en el interior de la parcela).

El área basimétrica mayor, con un valor de 8,3 m<sup>2</sup>/ha, corresponde a la especie *Juniperus*, destacando los valores tan bajos (por debajo de 1) de los individuos de *Erica azorica* y *Laurus azorica*.

El índice de copa de *Juniperus brevifolia* es de 71,4%. *Ilex azorica* con 41,6 % y *Laurus azorica* con 31,8% presentan valores más bajos.

Tabla 54 N, densidad; Fcc, Fracción de cabida cubierta; Gp, Área basimétrica de la parcela; G, Área basimétrica; E, relación de espaciamiento; Icopa, Índice de copa viva de la parcela 9. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical.

Índices (unidades)	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	<i>Ilex azorica</i>	<i>Laurus azorica</i>
N (nº pies/ha)	500	200	100
Fcc (%)	53,9	8,7	3,7
G <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	0,083	0,008	0,003
G (m <sup>2</sup> /ha)	8,3	0,8	0,3
I <sub>copa</sub> (%)	71,4	41,6	31,8 <sup>1</sup>

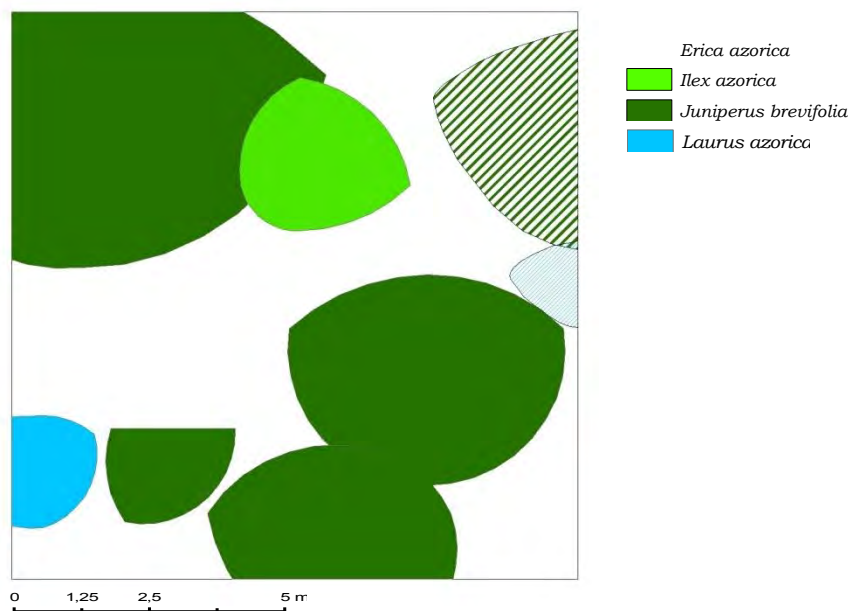


Figura 52 Distribución espacial de las copas en la parcela 9 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de Malhada. Los ejemplares rayados indican que su base se sitúa fuera de la parcela.

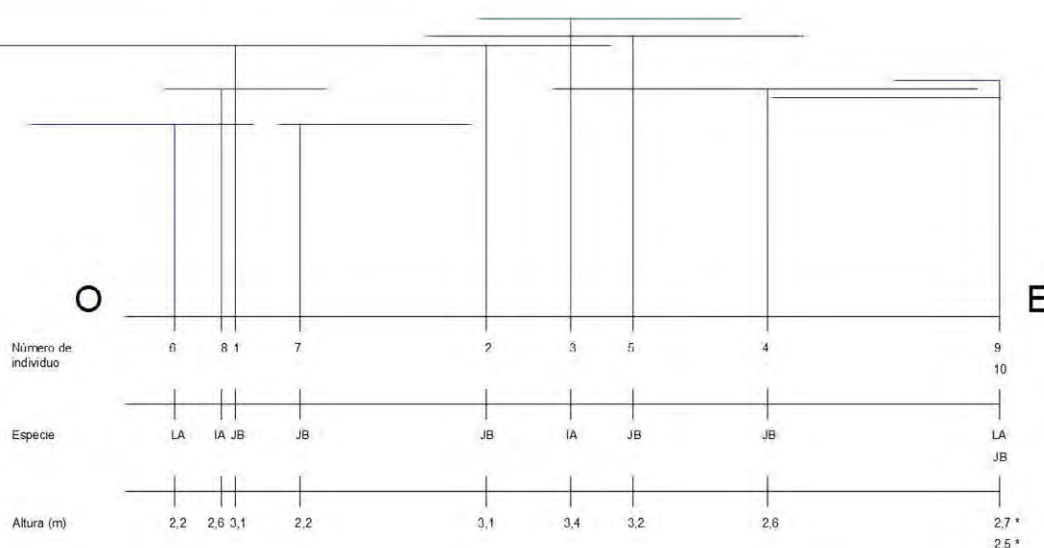
➤ Análisis de la estructura a través de su fisionomía

Figura 53 Diagrama de perfil Oeste - Este de la parcela 9. Color verde correspondiente a *Ilex azorica* (IA), azul a *Laurus azorica* (LA); negro a *Juniperus brevifolia* (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982) \* Pies localizados fuera de la parcela cuya proyección copa o parte de ella se encuentra en el interior de la parcela.

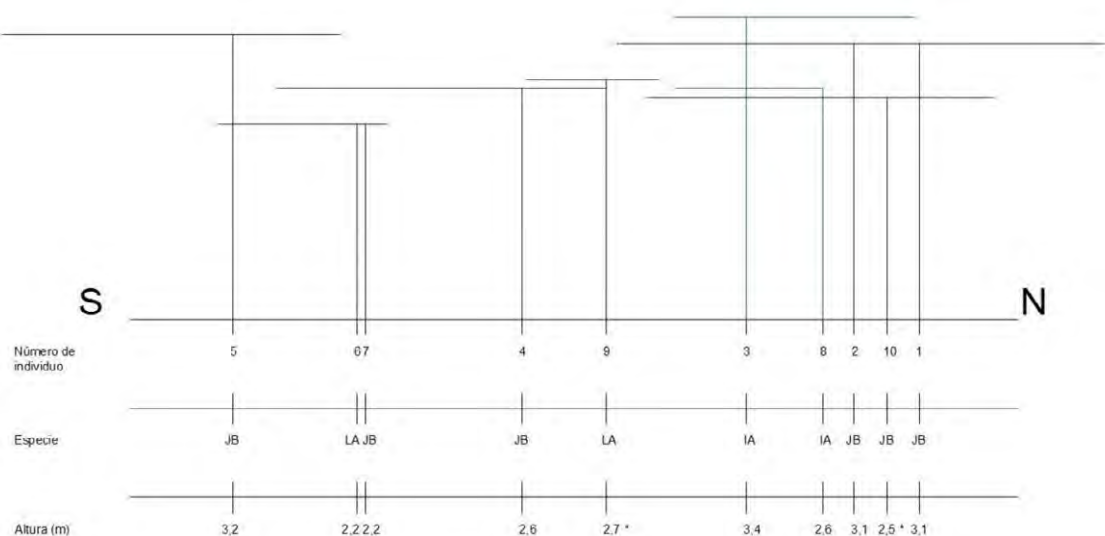


Figura 54 Diagrama de perfil Sur - Norte de la parcela 9. Color verde correspondiente a *Ilex azorica* (IA), azul a *Laurus azorica* (LA); negro a *Juniperus brevifolia* (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982) \* Pies localizados fuera de la parcela cuya proyección copa o parte de ella se encuentra en el interior de la parcela.



De la observación de los dos perfiles de la parcela 9 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 55 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 4.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	1	10	2	20	2	20	1	10
<i>Ilex azorica</i>	1	10	0	0	0	0	1	10
<i>Laurus azorica</i>	0	0	0	0	1	10	1	10

En la tabla 55 se observa como la posición sociológica dominada es ligeramente superior a la posición dominante.

Tabla 56 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 4.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	5	50	1	10	0	0
<i>Ilex azorica</i>	2	20	0	0	0	0
<i>Laurus azorica</i>	1	10	1	10	0	0

Siguiendo el método de la IUFRO, el estrato superior con el 80% representando a todas las especies, es el más importante, siendo la especie *Juniperus brevifolia* la que tiene un mayor peso.

Para el cálculo de la altura dominante según el criterio de Bengoa Martínez de Mandojana, es de 3,4 metros.

➤ Análisis de la estructura a través del Índice de valor de importanciaTabla 57 Índice de valor de importancia de las especies en la parcela 9. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical

<b>Especie</b>	<b>Densidad</b>		<b>Área basimétrica</b>		<b>Frecuencia</b>		<b>Índice de valor de importancia</b>
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	500	62,5	8,3	88,3	1	33,3	61,4
<i>Ilex azorica</i>	200	25,0	0,8	8,5	1	33,3	22,3
<i>Laurus azorica</i>	100	12,5	0,3	3,2	1	33,3	16,3
<b>TOTAL</b>	800	100	9,4	100	3	100	100

Al igual que en la unidad muestral de la Serra da Tronqueira, la variable cobertura está representada por el área basimétrica.

El IVI muestra como en la parcela *Juniperus brevifolia* tiene una mayor importancia, seguido de *Ilex azorica* y *Laurus azorica*.

#### 4.2.5. BARDINHO

Se trata de una zona de 10 hectáreas de bosque de Laurisilva húmedo rodeado por pastos y plantaciones de *Cryptomeria japonica*.

Orientada hacia el norte, se sitúa alrededor de los 675 metros. El rango de pendientes es del orden de 5 a 30%. Es un área abierta, con exposición a los vientos, principalmente los de componente norte.

La vegetación existente en esta unidad muestral está formada por un estrato arbóreo de *Laurus azorica*, *Ilex azorica* y *Juniperus brevifolia*; un estrato arbustivo de *Calluna vulgaris*, *Erica azorica* y la trepadora *Hedera azorica*; y un estrato herbáceo con escasa presencia de *Sphagnum* spp.

Es un área con elevada presencia de especies invasoras como *Clethra arborea*, *Pittosporum undulatum*, *Acacia* spp y *Cryptomeria japonica* en el estrato arbóreo, y *Hedychium gardnerianum*, *Gunnera tinctoria* en el estrato herbáceo.

Dentro de su superficie se localizaron diferentes manchas de vegetación. La primera, formada por un bosque puro de *Juniperus brevifolia*; la segunda, consta de un bosque de superficie mayor que el anterior formado por especies como *Ilex azorica*, *Laurus azorica* y *Juniperus brevifolia* acompañado por diversas especies invasoras anteriormente citadas. Por último encontramos una zona con ejemplares de gran tamaño de *Clethra arborea* y *Pittosporum undulatum* acompañado por especies nativas.

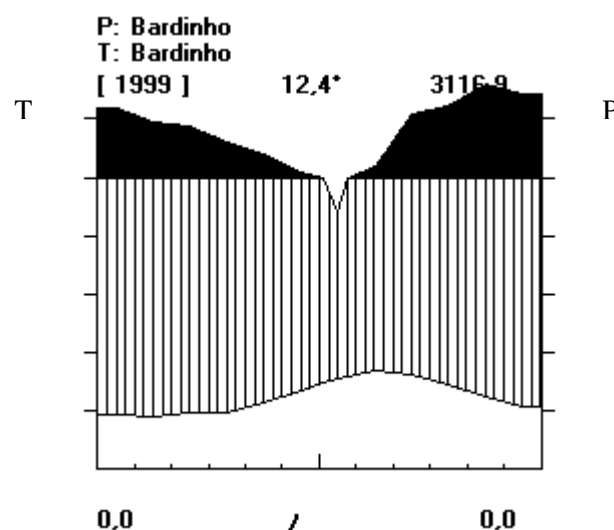


Figura 55 Climodiagrama de la unidad muestral de la Bardinho. Fuente: Datos de precipitaciones y temperaturas obtenidos a partir del modelo CIELO. Programa Wclimoal. Manrique y Sarmiento. Departamento de Física, E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.

De acuerdo con la figura 56, la precipitación anual alcanza los 3116,9 mm, con un máximo en el mes de noviembre con 421,6 mm y un mínimo en el mes de julio con 88,2 mm. La precipitación a lo largo del año presenta la siguiente distribución (porcentaje sobre el total anual):

- Precipitación en invierno (meses de enero a marzo): 943,0 mm (29%)
- Precipitación en primavera (meses de abril a junio): 519,5 mm (16%)
- Precipitación en verano (meses de julio a septiembre): 603,4 mm (19%)
- Precipitación en otoño (meses de octubre a diciembre): 1151,0 mm (36%)

La temperatura media máxima se alcanza en el mes de agosto con un valor de 16,9°C, mientras que la temperatura media mínima se alcanza en el mes de febrero con un valor de 9°C

➤ Análisis de la estructura a través de los parámetros medios de masa

Tabla 58 Composición por clases diamétricas de la parcela 1.

CD	Marca de clase	<i>Juniperus brevifolia</i>		<i>Ilex azorica</i>	
		N (pies)	H̄ (m)	N (pies)	H̄ (m)
5 – 10	0,075	1	5,0	2	3,7
10 – 15	0,125	5	3,9	1	5,8
15 – 20	0,175	2	4,0	0	
20 – 25	0,225	1	2,5	0	
25 – 30	0,275	0		0	
30 – 35	0,325	1	6,1	0	
<b>TOTAL</b>		10		3	

Las clases diamétricas con mayor número de pies son la 10 – 15 y 15 – 20, con 5 y 2 pies respectivamente, para la especie *Juniperus brevifolia*. Mientras que para la especie *Ilex azorica* solo presenta pies en las clases bajas.

Tabla 59 Estadística descriptiva de la muestra de la parcela 1.

Especie	Variable	Nº observaciones	Media aritmética	Media cuadrática	Desviación típica	Máximo	Mínimo
<i>Juniperus brevifolia</i>	Diámetro (cm)	10	15,7	16,9	6,34	31,7	8,9
	Altura (m)	10	4,15	4,3	1,02	6,1	2,5
	Superficie copa (m²)	10	17,3	22,8	15,65	58,9	4,2
<i>Ilex azorica</i>	Diámetro (cm)	3	9,3	10,0	3,53	14,3	6,7
	Altura (m)	3	4,4	4,5	1,07	5,8	3,2
	Superficie copa (m²)	3	5,8	6,2	2,6	8,7	3,9
<i>Laurus azorica</i>	Superficie copa (m²)	2	6,2	6,6	3,4	8,6	3,7

El diámetro medio para la especie *Juniperus* es de 15,7 centímetros, con un máximo de 31,7 centímetros. La altura media es de 4,15 metros con un máximo de 6,1 metros. La especie *Ilex azorica* presenta un diámetro medio de 9,3 centímetros y una altura media de 4,4 metros.

➤ Análisis de la estructura a través de los Índices de espesura

Tabla 60 N, densidad; Fcc, Fracción de cabida cubierta; G<sub>p</sub>, Área basimétrica de la parcela; G, Área basimétrica; E, relación de espaciamento; I<sub>copa</sub>, Índice de copa viva de la parcela 1.<sup>1</sup> individuos de porte arbóreo con fuste vertical.

Índices (unidades)	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	<i>Ilex azorica</i>	<i>Laurus azorica</i>
N (nº pies/ha)	1000	300	-
Fcc (%)	68,1	2,9	10,9
G <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	0,225	0,023	-
G (m <sup>2</sup> /ha)	22,5	2,3	-
I <sub>copa</sub> (%)	70,8	62,7	-

La parcela tiene una densidad de 1300 pies/ha, siendo *Juniperus brevifolia*, con 1000 pies/ha la especie que presenta una mayor densidad.

La fracción de cabida cubierta es de 81,9 %. El área basimétrica es de 22,5 m<sup>2</sup>/ha para la especie *Juniperus brevifolia*.

Los dos individuos de *Laurus azorica* se encuentran fuera de la parcela, sólo se ha tenido en cuenta la proyección de sus copas para el cálculo de la fracción de la cabida cubierta.

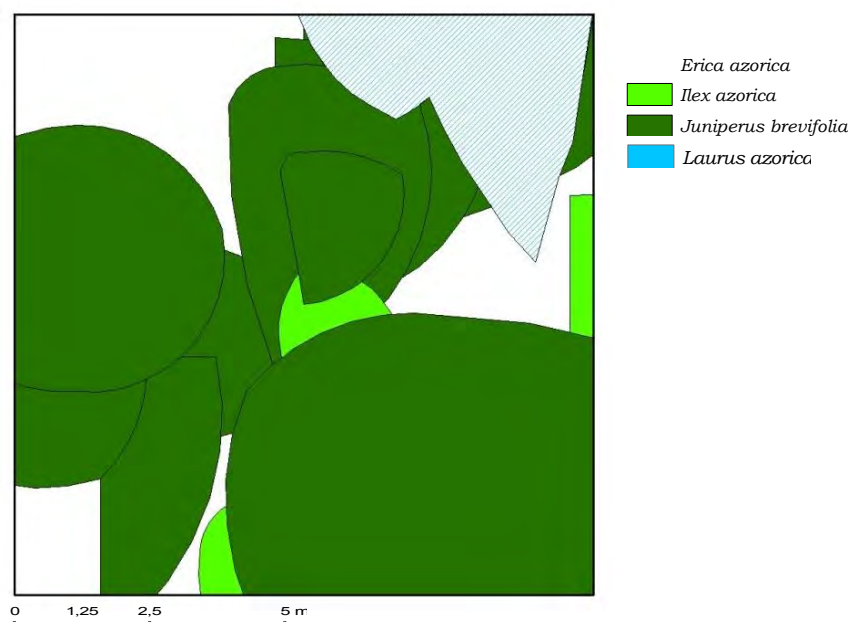


Figura 56 Distribución espacial de las copas en la parcela 1 de dimensiones de 10 x 10 metros, localizada en la zona de Bardinho. El ejemplar rayado significa que su base se sitúa fuera de la parcela.

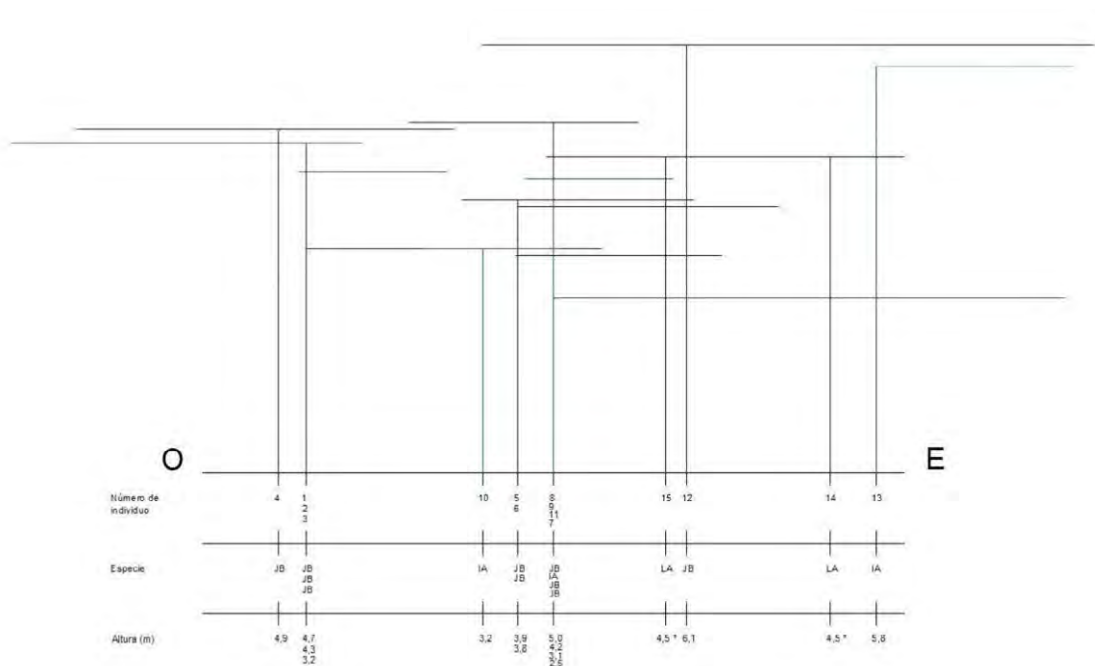
➤ Análisis de la estructura a través de su fisionomía

Figura 57 Diagrama de perfil Oeste - Este de la parcela 1. Color verde correspondiente a *Ilex azorica* (IA), azul a *Laurus azorica* (LA); negro a *Juniperus brevifolia* (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982) \* Pies localizados fuera de la parcela cuya proyección copa o parte de ella se encuentra en el interior de la parcela.

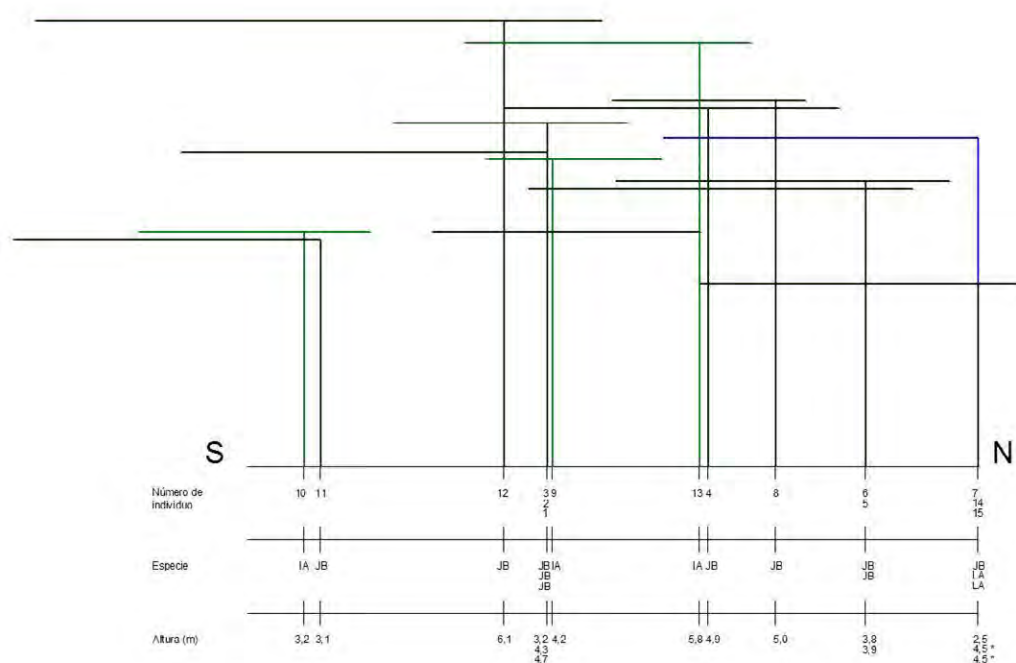


Figura 58 Diagrama de perfil Sur - Norte de la parcela 1. Color verde correspondiente a *Ilex azorica* (IA), azul a *Laurus azorica* (LA); negro a *Juniperus brevifolia* (JB). Adaptado del diagrama de perfil Matteucci & Colma (1982) \* Pies localizados fuera de la parcela cuya proyección copa o parte de ella se encuentra en el interior de la parcela.

De la observación de los dos perfiles de la parcela 1 se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 61 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el criterio de Baker (1950) para la parcela 1.

	DOMINANTE				DOMINADO			
	Dominantes		Codominantes		Intermedio		Sumergido	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	1	7	2	13	3	20	4	27
<i>Ilex azorica</i>	1	7	0	0	1	7	1	7
<i>Laurus azorica</i>	0	0	0	0	2	12	0	0

En la tabla 60 se observa como la posición sociológica dominada es superior a la posición dominante.

Tabla 62 Número de individuos según su posición sociológica siguiendo el método de estratificación de la IUFRO para la parcela 1.

	ESTRATOS					
	Superior		Medio		Inferior	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Juniperus brevifolia</i>	5	33	5	33	0	0
<i>Ilex azorica</i>	2	13	1	8	0	0
<i>Laurus azorica</i>	2	13	0	0	0	0

Siguiendo el método de la IUFRO, el estrato superior con el 59 % en total, es el más importante, siendo la especie *Juniperus brevifolia* la que tiene mayor representación. Para el cálculo de la altura dominante según el criterio de Bengoa Martínez de Mandojana, es de 6,1 metros.

#### ➤ Análisis de la estructura a través del Índice de valor de importancia

Tabla 63 Índice de valor de importancia por especie de la parcela 1. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical

Especie	Densidad		Área basimétrica		Frecuencia		Índice de valor de importancia
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	1000	76,92	22,5	90,72	1	50	72,55
<i>Ilex azorica</i>	300	23,08	2,3	9,28	1	50	27,45
<b>TOTAL</b>	1300	100	24,8	100	2	100	100

La especie *Juniperus brevifolia* con un IVI de 72,55 destaca sobre la especie de *Ilex azorica* con un valor de 27,45.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**





## 5. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, se procede a analizar la distribución y estructura de la situación actual de *Juniperus brevifolia* en la zona de estudio.

### 5.1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

#### ➤ METODOLOGÍA

Con el propósito de ofrecer el mayor rigor posible a la hora de cartografiar el área de estudio, se realizó un análisis espacial del que se obtuvo el porcentaje de superficie del terreno que no fue posible observar. Este porcentaje es considerado como el error que presenta el mapa de distribución obtenido en este trabajo.

Las ortofotografías, a pesar de tener una buena resolución, de 0,5 metros, presentan muchas zonas oscuras que dificultan su interpretación. Es significativo que del total del área considerada como vegetación natural (2083 hectáreas), el 27 % del total del área en la ortofoto (561 hectáreas) son zonas oscuras o de sombras. Estas zonas oscuras son en muchos casos superficies continuas de más de 10 hectáreas. La mayoría pertenecen a las laderas de la parte central de la Serra da Tronqueira (ver figura 59).

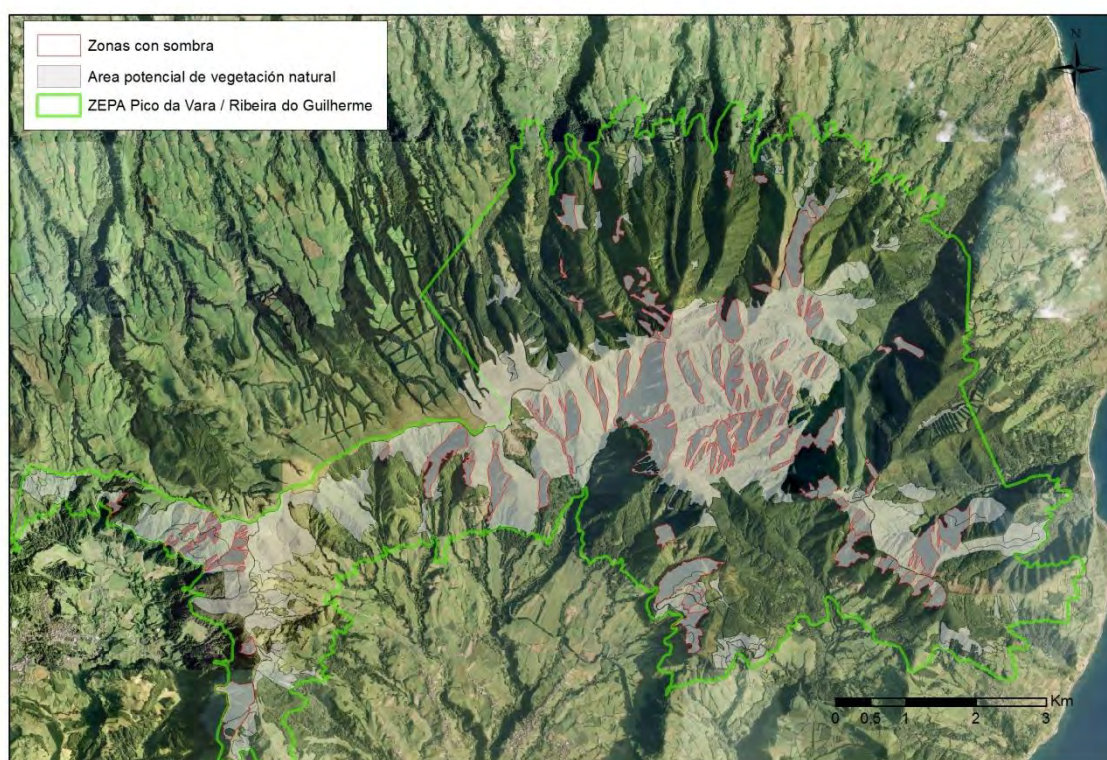


Figura 59 Representación de las zonas oscuras en el área de vegetación natural de la ZEPA sobre las ortofotos.

Sin embargo, el trabajo de campo permitió aproximarnos a muchas de las zonas oscuras, reduciendo así el porcentaje de área no fotointerpretada.

En la planificación del trabajo de campo se trató de visitar toda el área de vegetación natural, con la intención de comprobar los rodales delimitados en gabinete y fotointerpretar aquellas zonas no visibles en la imagen aérea. En la figura 60 se puede ver la representación de los puntos de observación desde donde se delimitaron nuevos rodales. La mayoría de estos puntos se concentran en las zonas altas de la sierra. Desde estos lugares se conseguía una mejor vista del área de estudio, sobre todo de la zona central de la Serra da Tronqueira, ya que como se observa en la figura 60 la escasa red viaria dificultó acercarnos a muchas de las zonas del área de estudio. En total, se contabilizaron 72 puntos situados a lo largo de senderos, caminos y carreteras.

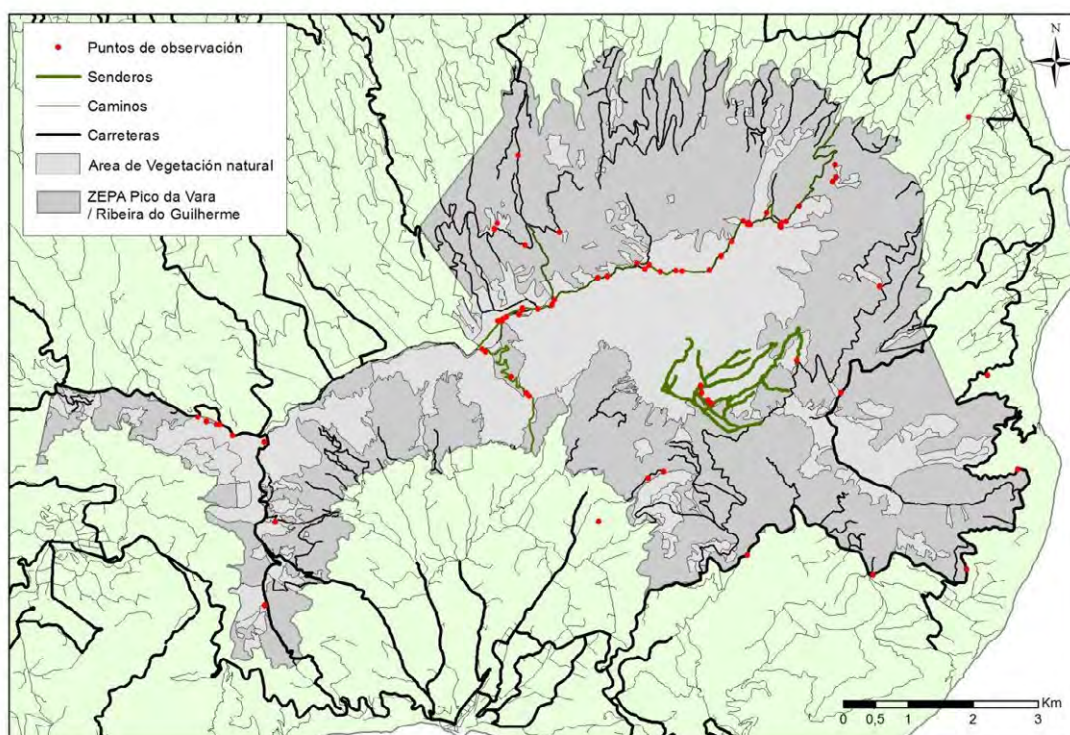


Figura 60 Localización de los puntos de observación.

Con el fin de cuantificar la superficie fotointerpretada en campo, se ha creado un mapa de zonas visibles y zonas no visibles del área ocupada por la vegetación natural, a partir de los 72 puntos de observación y el MDE de la ZEPA. Este mapa fue creado con la herramienta *Viewshed* de ArcGIS (figura 61).

A través de esta herramienta se han representado las zonas observadas y no observadas en campo. Como resultado, se obtuvieron 666,56 hectáreas que no han sido observadas, correspondientes al 32 % del área ocupada por la vegetación natural.

Por tanto, si tan sólo utilizamos una de las dos metodologías de fotointerpretación, gabinete o campo, obtendremos un valor de porcentaje de superficie no delimitada considerable.



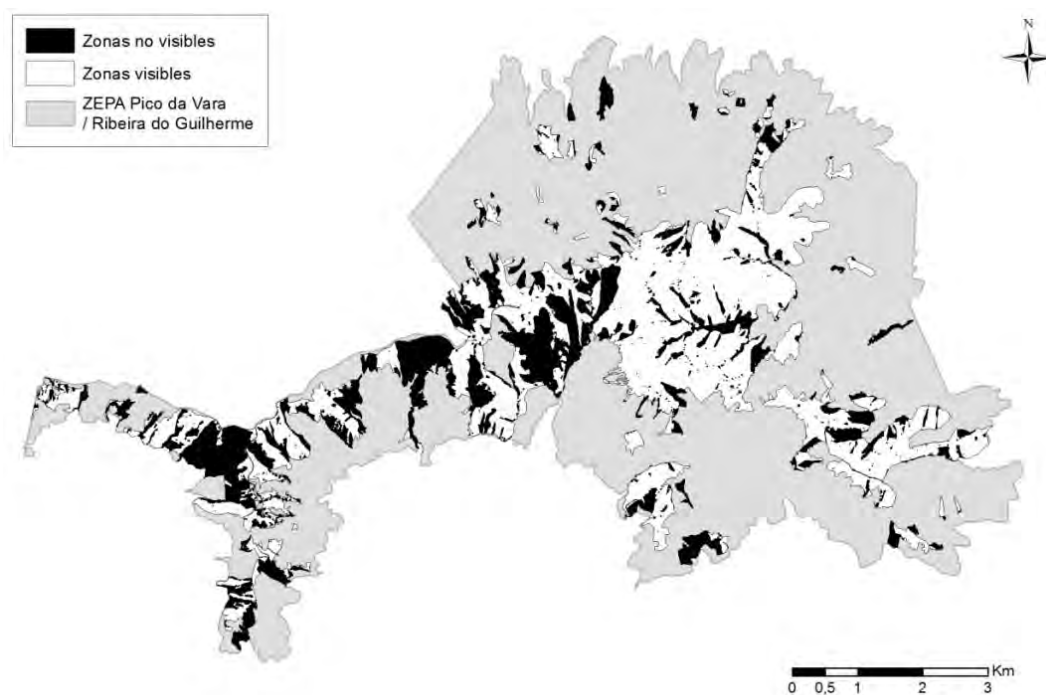


Figura 61 Representación de las zonas visibles y no visibles en el área de vegetación natural de la ZEPA generadas por la herramienta *Viewshed* de ArcGIS.

La combinación de ambas metodologías ha permitido reducir el valor de dicho porcentaje. Del cruce de las capas de las zonas no visibles se consiguió aumentar la representación de los lugares observados.

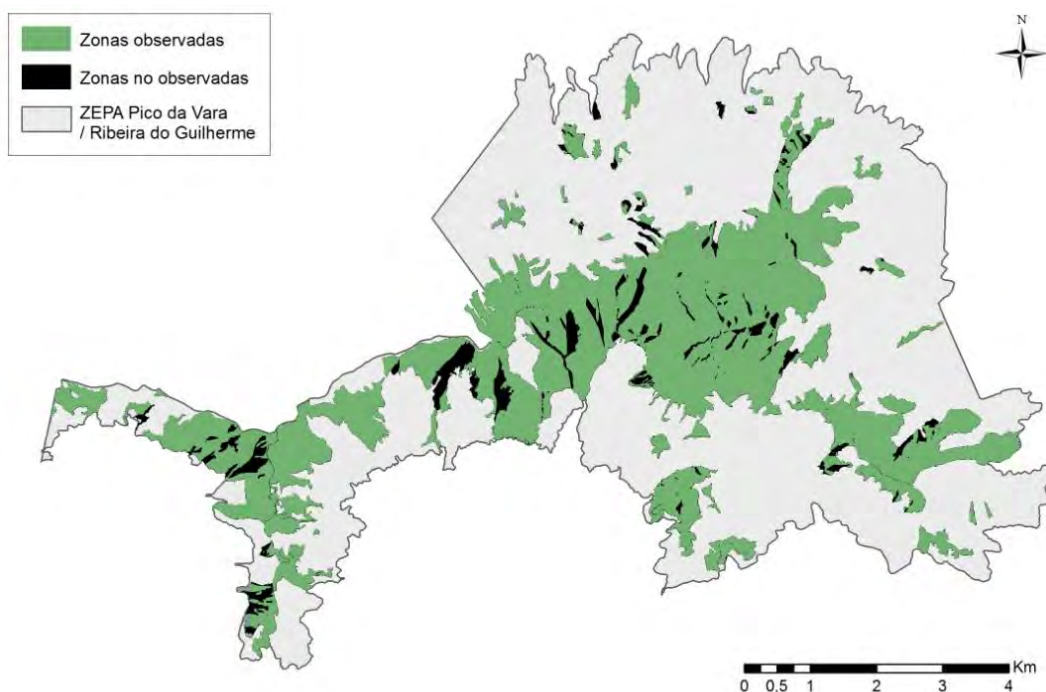


Figura 62 Representación de las zonas observadas por al menos por una de las metodologías (verde), y de las zonas no observadas (negro).

La figura 62 muestra el resultado del cruce de capas. Destacamos como en la zona central de la Serra da Tronqueira han disminuido las zonas no visibles mientras que en las laderas orientadas hacia el sur del Planalto dos Graminhais se mantienen las zonas no visibles. La zona del Salto do Cavalo no presenta apenas puntos de observación debido a que la fotointerpretación en gabinete resultó suficiente para identificar rodales de la especie. En total, se han fotointerpretado 1909 hectáreas correspondientes al 91,64 % del territorio ocupado por la vegetación natural.

El 8,36 % restante es el error que presenta la cartografía originada a partir de este trabajo, lo que nos lleva a asumir que el mapa resultante podría estar incompleto en lo que se refiere a área observada. Este error podría disminuir si aumentáramos el número de puntos de observación, lo que *a priori*, no ha sido posible debido a la inaccesibilidad; y/o se adquirieran imágenes áreas de mayor resolución espacial.

Para concluir, la combinación de ambas metodologías en este trabajo ha garantizado un buen resultado y ha disminuido el porcentaje de superficie no observada.

#### ➤ COROLOGÍA

En general, los resultados obtenidos en este trabajo muestran una escasa presencia de la especie en el ámbito de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme. Se han delimitado 264 hectáreas ocupadas por *Juniperus brevifolia* en la ZEPA y 13,5 hectáreas en zonas adyacentes, concretamente en la zona del Planalto dos Graminhais. La mayoría de las poblaciones encontradas cuenta con una elevada cobertura de la especie, sirviendo como ejemplo las poblaciones situadas en la zona de Malhada y el valle de la Serra da Tronqueira. El porte arbóreo es el más representado en el área de estudio, distribuyéndose desde cotas medias hacia cotas más elevadas, lo que parece revelar que la altitud no es un impedimento para que la especie alcance grandes portes.

Otro hecho importante que podemos observar en el mapa de distribución de la especie es que sus poblaciones se encuentran repartidas principalmente en las zonas altas de la sierra, aumentando su presencia a partir de los 750 metros de altitud y formando un continuo en las divisorias de las cumbres.

Se destacan las zonas de Bardinho y Pico Bartolomeu como las poblaciones más alejadas de la zona central de la Serra da Tronqueira, siendo la principal causa que provocó su localización la fragmentación del territorio. Estas poblaciones tan alejadas del resto pueden llegar a tener dificultades en su regeneración, no sólo porque alrededor de ellas el terreno se encuentra ocupado por plantaciones de *Cryptomeria japonica*, sino porque su aislamiento puede llegar a dificultar el intercambio genético con el resto de poblaciones. Por otro lado, otros trabajos verifican que la especie aparece con mayor frecuencia y abundancia entre los 500 y 1000 metros de altitud (Elias & Dias, 2008).

En este trabajo hemos identificado una clara diferencia en las poblaciones por debajo de los 750 metros y las poblaciones entre los 750 metros hasta las cumbres. Estas diferencias están relacionadas de una forma directa con la acción del hombre y con la capacidad de recuperación del hábitat.

Hace aproximadamente 50 años, el hombre aprovechaba la especie de manera intensa llevando casi a su desaparición. En todo el archipiélago resulta preocupante la reducida disponibilidad de hábitat potencial que existe para la especie de estudio así como para el resto de especies que componen los bosques de Laurisilva. Algunos autores apuntan a que en la actualidad apenas existe un 2 % de superficie ocupada por bosques naturales.

La mayor parte de los terrenos fueron reconvertidos en pastos para el ganado o en plantaciones de *Cryptomeria japonica* para uso maderero. Las zonas en cotas bajas y medias hoy en día son utilizadas para la agricultura, otras han sufrido el abandono de sus propietarios. Estas zonas abandonadas presentan otro gran problema puesto que son un foco de entrada de especies invasoras. La degradación de sus suelos tras años de pastoreo es tan elevada que dificulta la regeneración de las especies nativas, perdiéndose la calidad de los mismos. A pesar de que *Juniperus brevifolia* es una especie pionera y es capaz de desarrollarse en ambientes muy degradados o que han sufrido alguna perturbación (Elias e Dias, 2008), las especies exóticas invasoras presentan un desarrollo y una capacidad de regeneración mayor que las especies nativas. El elevado número de taxones identificados como invasores, desde herbáceas pasando por arbustivas hasta los taxones arbóreos aumenta de forma directa la competencia por el espacio, desplazándola e impidiendo la recolonización de áreas potenciales. La mayoría de especies invasoras son capaces de desarrollarse a una velocidad superior que las especies nativas, ocupando antes su área de distribución potencial.

La degradación de hábitats, la presencia de especies exóticas y las modificaciones del uso del suelo, son factores considerados como los de mayor impacto actual en la extinción de especies en nuestro planeta (Gaston & Fuller, 2008). Este hecho se ve reflejado en este trabajo, puesto que según el modelo FLORESTAÇOR, *Juniperus brevifolia* tiene una distribución potencial dentro de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme superior a la distribución actual delimitada en este estudio. Según este modelo, la probabilidad de distribución de la especie en la ZEPA presenta valores superiores a 7 en una escala de 0 a 9 (Dias e Pereira, 2005). La figura 63 muestra como la especie podría encontrarse en prácticamente toda la ZEPA destacando zonas como el Salto do Cavalo, las laderas orientadas hacia el sur del Planalto dos Graminhais, la divisoria entre el Pico da Vara y el Pico verde, las zonas altas de la cuenca de la Ribeira do Guilherme, Pico Bartolomeu, Labaçal, Mata dos Bispos, el Planalto dos Graminhais, Bardinho, Achadinha y Salga entre otros.

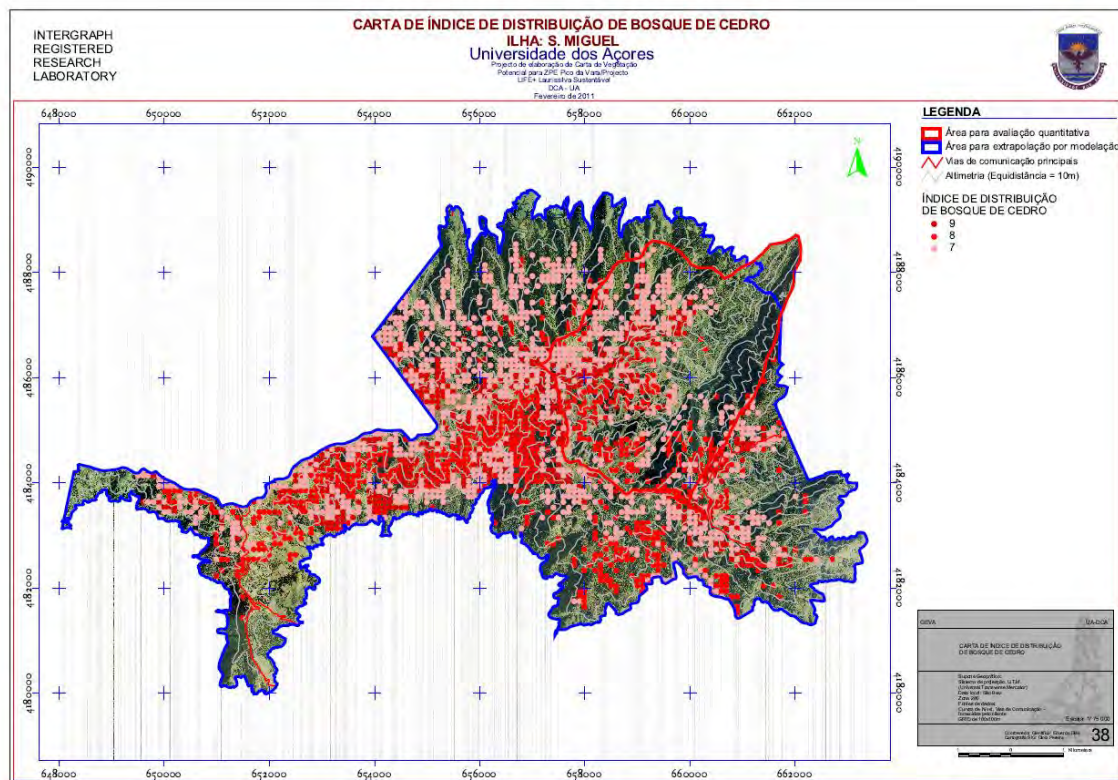


Figura 63 Mapa de distribución potencial de bosques de *Juniperus brevifolia*. Fuente: Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Projecto de elaboração de Carta de Vegetação Potencial para ZPE Pico da Vara/ Ribeira do Guilherme creado por el GEVA (Universidade dos Açores), Projecto LIFE+ Laurissilva Sustentável.

Por último, destacamos la morfología de las superficies delimitadas, en especial aquellas que pertenecen a los rodales situados en las zonas de cumbre. Estas formas sinuosas se deben a la presencia de zonas desnudas originadas por deslizamientos de tierra. Estos desprendimientos de carácter natural ocurren en laderas con fuertes pendientes, en este caso aparecen a ambos lados de la divisoria y muy próximas a la zona de cumbre. Aunque su incidencia es por lo general de carácter estocástico, en determinadas circunstancias pueden provocar una disminución sustancial del número de individuos o de sus áreas de distribución (Martin, 2008). Pueden ser relevantes puesto que actualmente la especie presenta un reducido tamaño poblacional en la ZEPA y vive en laderas escarpadas en las que son frecuentes los derrumbes o deslizamientos de tierra.

De la observación del mapa de distribución potencial se evidencia que, en términos de área, la especie podría ocupar una superficie mayor. Las poblaciones encontradas en comparación con la superficie potencial, presentan un área bastante reducida. La mayoría de ellas han necesitado de la intervención humana para su recuperación. Las poblaciones que no han necesitado de intervención para su recuperación son las situadas en las zonas de cumbre y la zona de Bardinho.

## ➤ FACTORES CLIMÁTICOS

A pesar de que las unidades muestrales se encuentran muy próximas entre sí, desde el punto de vista climático, presentan diferencias significativas. De la observación directa de los climodiagramas de cada unidad muestral se destaca la gran diferencia de precipitación anual que tienen algunas áreas. La mayor diferencia la presentan las zonas de Malhada y Bardinho, siendo Malhada con 2530,1 mm, la zona que registra una precipitación más baja, mientras que Bardinho con 3116,9 mm es la zona con mayor registro de precipitación. Estas diferencias nos han llevado a analizar con mayor detalle los principales factores climáticos (precipitación, temperatura, velocidad del viento y radiación solar) para cada unidad muestral.

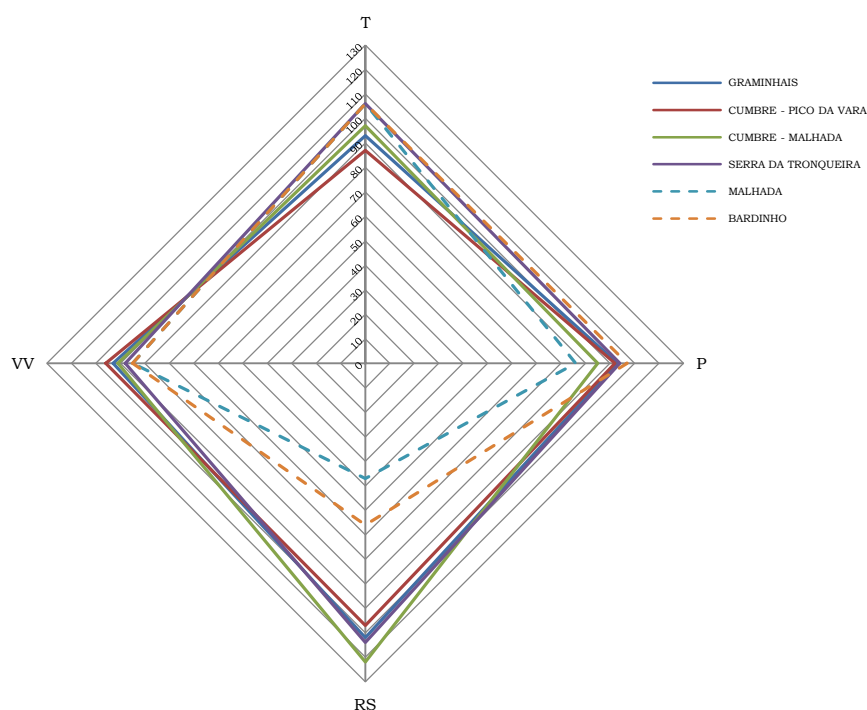


Figura 64 Representación de las variables temperatura (T), precipitación (P), radiación solar (RS) y velocidad del viento (VV) según grupos de parcelas en las unidades muestrales en porcentaje (Valor de la variable de la unidad muestral "i"/valor medio de la variable de todas las unidades muestrales).

La unidad muestral de las zonas de cumbre está representada por dos sub-zonas, siendo la sub-zona Cumbre – Pico da Vara aquella correspondiente al grupo de parcelas situadas al oeste del eje montañoso (representada por 3 parcelas) y la sub-zona Cumbre-Malhada aquella correspondiente al grupo de parcelas situadas al este del eje montañoso (representada por 2 parcelas). En la figura 64 se observa como las unidades muestrales de Bardinho y Malhada presentan un padrón climático similar entre ellas y diferente de las unidades muestrales de Graminhais, Cumbre – Pico da Vara, Cumbre – Malhada y Serra da Tronqueira. La variable que establece la división entre grupos es la radiación solar mientras que el resto de variables no presentan diferencias relativas significativas.



Si analizamos cada variable de forma independiente se observa como la temperatura media anual y la velocidad media del viento presenta una relación directa con la altitud. La temperatura media anual para las poblaciones de Bardinho, Malhada y Serra da Tronqueira es 12 °C entre los 690 metros y 726 metros de altitud. Si ascendemos hasta los 1077 metros correspondientes a las parcelas que representan la zona de cumbre próxima al Pico da Vara, la temperatura disminuye hasta valores de 9,8 °C. Al contrario que la temperatura, la velocidad del viento aumenta con la altitud siendo las poblaciones de Malhada y Bardinho las que presentan valores de velocidad media de viento de 32 km/h frente a los casi 36 km/h de la zona de Cumbre – Pico da Vara. En general, para estas dos variables, las unidades muestrales no presentan valores que difieran entre sí.

Si bien, el modelo CIELO muestra una relación entre la altitud y la precipitación (figura 13), a menor escala esta relación presenta pequeños matices como se puede ver en la tabla 64, donde observamos como los valores de precipitación anual ( $P_{\text{anual}}$ ) no siguen una relación directamente con la altitud.

Tabla 64 Resumen de los valores medios anuales de temperatura en °C (T), precipitación en mm (P), radiación solar en MJ/m<sup>2</sup> (RS), y velocidad del viento en Km/h (VV) de las parcelas presentes en las unidades muestrales.  
Fuente: Modelo CIELO, Universidade dos Açores. Proyecto CLIMAAT MAC/23/A3

	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>P anual</b>	<b>RS</b>	<b>RS anual</b>	<b>VV</b>	<b>Cota (m)</b>
CUMBRE – PICO DA VARA	<b>9,82</b>	<b>250,43</b>	<b>3005,20</b>	<b>306,00</b>	<b>3673,50</b>	<b>35,69</b>	<b>1077</b>
GRAMINHAI	<b>10,55</b>	<b>251,00</b>	<b>3013,40</b>	<b>319,00</b>	<b>3830,70</b>	<b>34,94</b>	<b>933</b>
CUMBRE – MALHADA	<b>11,00</b>	<b>232,00</b>	<b>2784,20</b>	<b>348,00</b>	<b>4184,60</b>	<b>34,00</b>	<b>810</b>
SERRA DA TRONQUEIRA	<b>12,00</b>	<b>254,00</b>	<b>3053,90</b>	<b>405,00</b>	<b>3855,50</b>	<b>33,00</b>	<b>726</b>
BARDINHO	<b>12,00</b>	<b>262,00</b>	<b>3153,60</b>	<b>189,00</b>	<b>2268,40</b>	<b>32,00</b>	<b>694</b>
MALHADA	<b>12,00</b>	<b>210,00</b>	<b>2527,20</b>	<b>136,00</b>	<b>1636,40</b>	<b>32,00</b>	<b>690</b>

Sin embargo, parece seguir un orden decreciente entre las poblaciones situadas de oeste hacia este de la ZEPA. Este hecho ya fue referido por Azevedo (2001) para el archipiélago de Azores, verificándose que la precipitación aumenta de este hacia oeste. Si observamos la gráfica superior derecha en la figura 65, las poblaciones con mayor precipitación son las que están situadas hacia el oeste (izquierda), corresponden a las zonas de Graminhais, Bardinho, Serra da Tronqueira, y presentan valores superiores a 3000 mm. Las poblaciones de Malhada y Cumbre – Malhada son las que registran valores por debajo de 3000 mm. La amplitud de precipitación es del orden de 626,4 mm. Este valor es bastante significativo, no solo porque se trata de un valor elevado sino también porque las poblaciones que registran máximo y mínimo de precipitación anual se encuentran a la misma altitud (690 metros), confirmándose así que la precipitación es superior en las poblaciones hacia el oeste de la ZEPA.

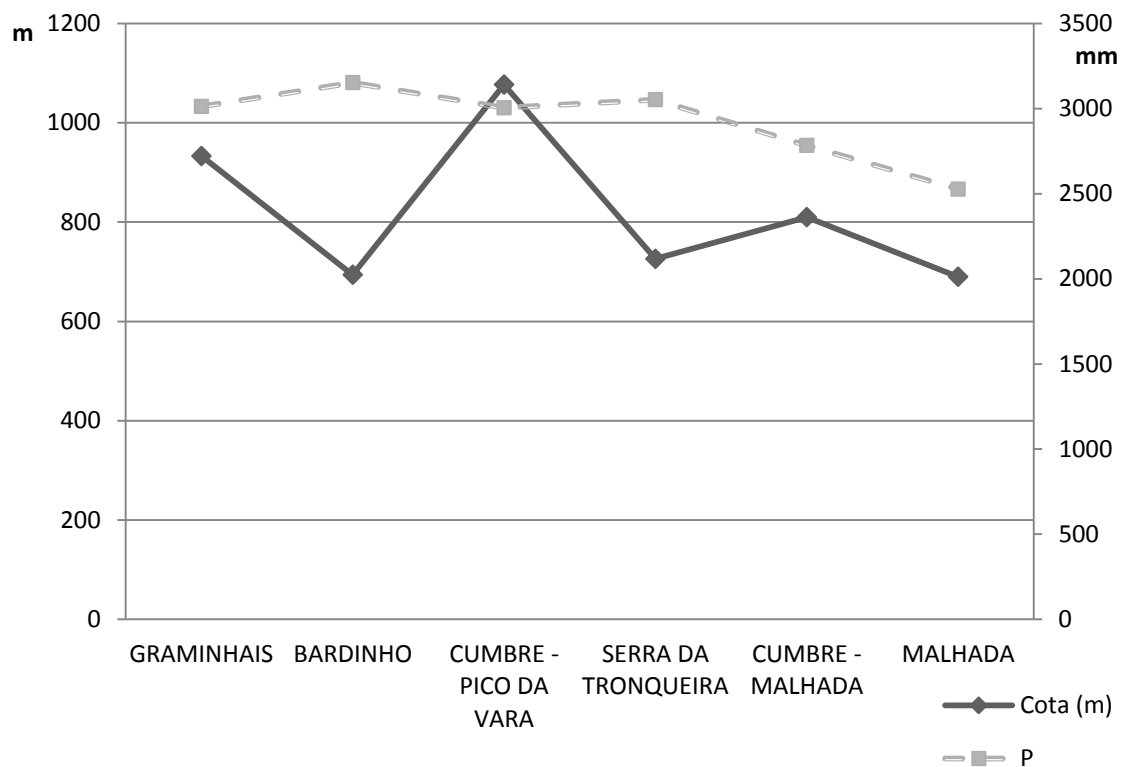


Figura 65 Representación de la precipitación (P) de las poblaciones de oeste (izquierda) a este (derecha).

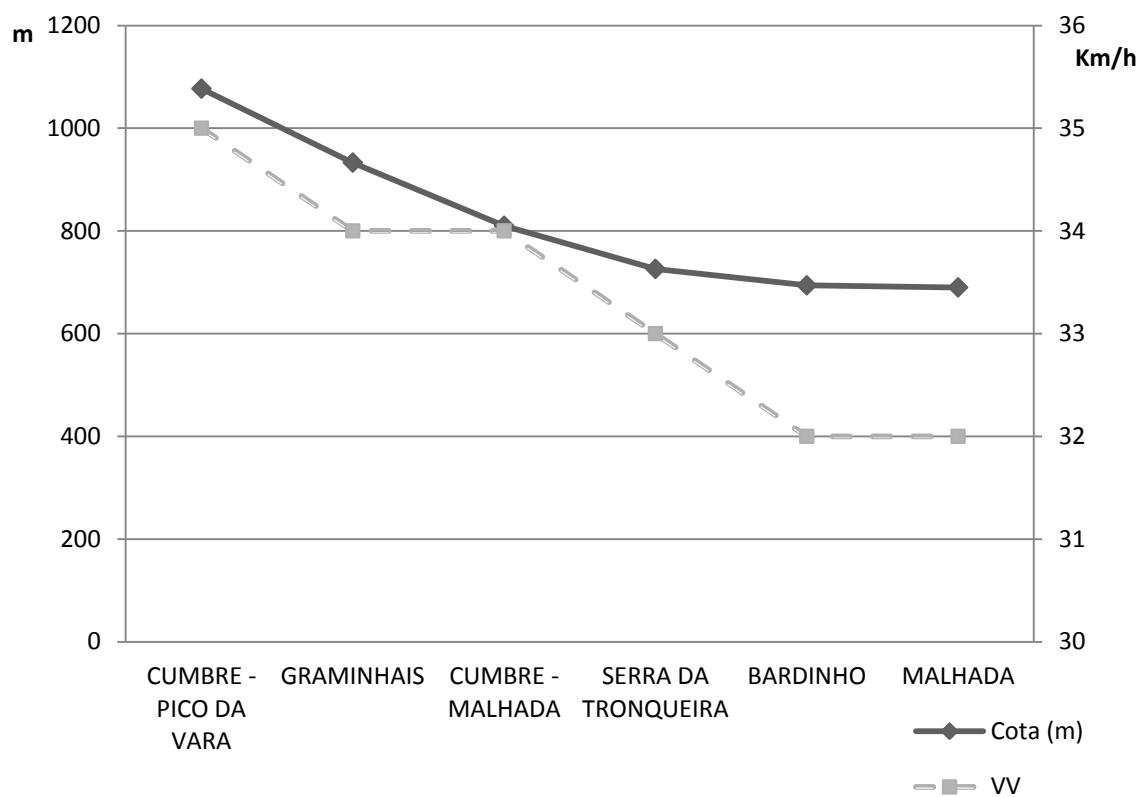


Figura 66 Representación de la velocidad del viento (VV) de las poblaciones de mayor a menor altitud.

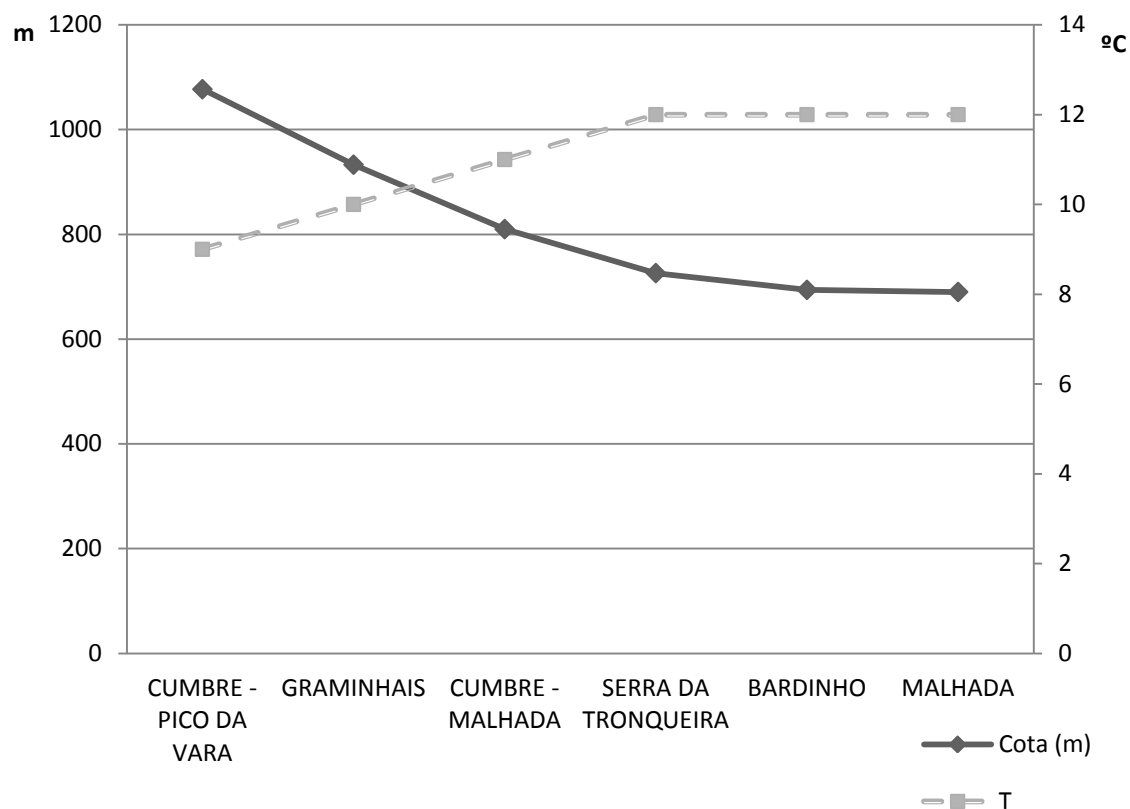


Figura 67 Representación de la temperatura (T) de las poblaciones de mayor a menor altitud.

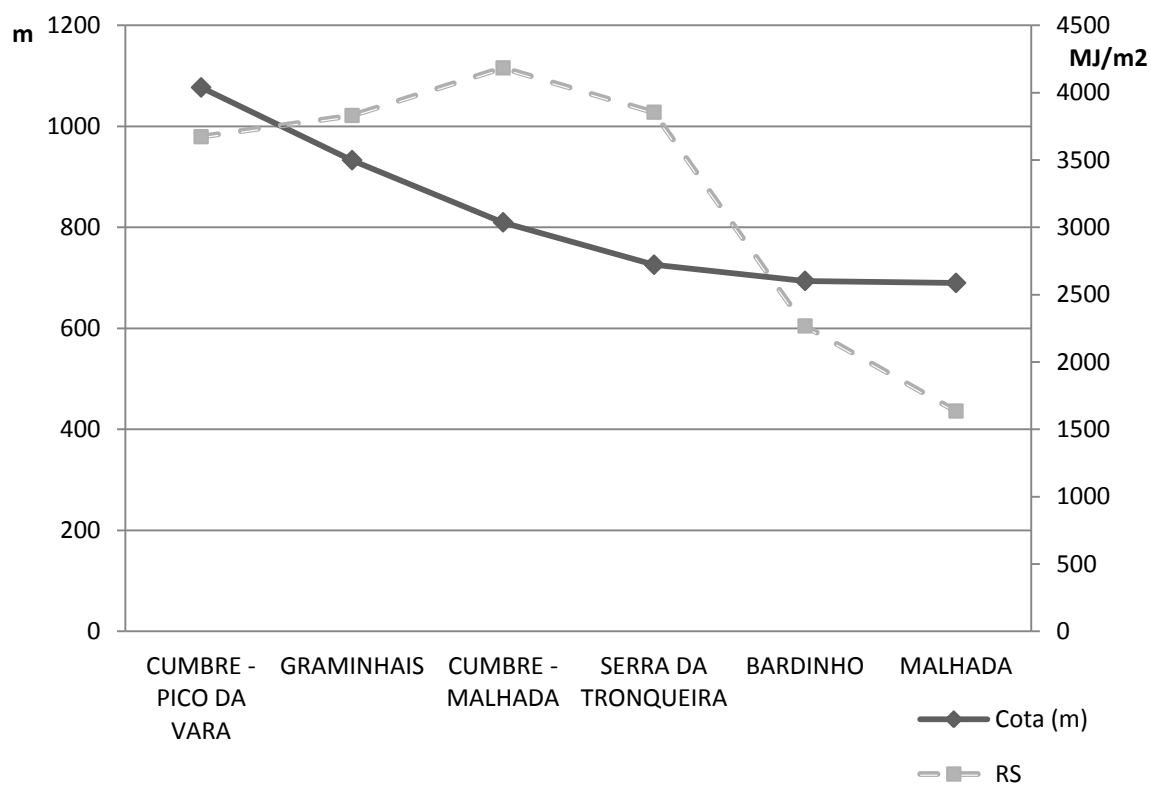


Figura 68 Representación de la radiación solar (RS) de las poblaciones de mayor a menor altitud.

La radiación solar presenta una relación directamente proporcional con la altitud. Las poblaciones que presentan menor radiación solar anual son Malhada y Bardinho con valores entre 1500 y 2300 MJ/m<sup>2</sup>. Este valor aumenta considerablemente hasta los 4300 MJ/m<sup>2</sup> en las poblaciones de Serra da Tronqueira y Cumbre – Malhada. Las poblaciones de Graminhais y Cumbre – Pico da Vara presentan un descenso de radiación causado por la presencia de nieblas (mar de nubes) la mayor parte del año en cotas elevadas. Igualmente los valores en altitud son elevados, del orden de 3500 MJ/m<sup>2</sup>.

En general, las poblaciones situadas por encima de los 750 metros (Graminhais y zonas de cumbre) presentan velocidades de viento mayor, temperaturas más bajas, y precipitación variable, siendo las poblaciones hacia el oeste aquellas que registran valores mayores, y radiación solar creciente desde la cumbre hasta los 750 metros, siendo la poblaciones de la Serra da Tronqueira las que presentan un máximo en la distribución anual. Por el contrario, las poblaciones por debajo de 750 metros de cota (Serra da Tronqueira, Bardinho y Malhada) presentan una velocidad de viento media menor, temperatura media anual del orden de 12 °C, precipitación elevada en general, y una radiación solar anual con valores mínimos, en especial las poblaciones situadas en Malhada.

## 5.2. ESTADO DASOMÉTRICO

### ➤ ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

El estudio de la estructura se ha realizado con base en las mediciones efectuadas en 143 ejemplares distribuidos en 10 parcelas. De entre los 143 ejemplares, 124 pertenecen a la especie *Juniperus brevifolia*, 11 pertenecen a *Ilex azorica*, 6 a *Erica azorica* y 2 a *Laurus azorica*. A partir del análisis de los resultados se estudia la estructura actualmente presente de las poblaciones de *Juniperus brevifolia* que viven en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme.

Para facilitar la interpretación de este trabajo se han establecido 3 grupos. Cada grupo reúne a las parcelas con el mismo porte dominante por *Juniperus brevifolia*, siendo el grupo I aquel cuyas parcelas están representadas individuos con porte arbóreo y desarrollo vertical del tronco, el grupo II aquel cuyas parcelas están representadas por individuos con porte arbóreo y desarrollo tortuoso del tronco, y el grupo III aquel cuyas parcelas están representadas por individuos con porte arbustivo y/o rastrero. La selección del porte dominante de cada parcela se ha realizado a través del Índice de Valor de Importancia, representado por el valor más alto.

Tabla 65 Índice de valor de importancia (IVI) más elevado de cada parcela utilizado para clasificar en grupos. Valores relativos de: N, densidad; Fcc, Fracción de cabida cubierta; Fr, frecuencia. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.

Parcela	Especie/porte	N (%)	Fcc (%)	Fr (%)	IVI
10	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	5,9	19,4	25	16,8
10	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	5,9	5,9	25	12,3
10	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	35,3	28,8	25	29,7
10	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>4</sup>	52,9	45,9	25	<b>41,2</b>
2	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	20	25	33,3	26,1
2	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	26,7	16,4	33,3	25,5
2	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>4</sup>	53,3	58,6	33,3	<b>48,4</b>
3	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	66,7	88,3	50,0	<b>68,3</b>
3	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	33,3	11,7	50,0	31,7
6	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	10	5,2	25	13,4
6	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	50	72,3	25	<b>49,1</b>
6	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	30	16,5	25	23,8
6	<i>Ilex azorica</i>	10	6	25	13,7
7	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	12,5	36,1	25	24,5
7	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	31,3	44,9	25	<b>33,7</b>
7	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	18,7	10,8	25	18,2
7	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>4</sup>	37,5	8,2	25	23,6
8	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>2</sup>	72,2	81,4	50	<b>67,9</b>
8	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>3</sup>	27,8	18,6	50	32,1

Tabla 66 Índice de valor de importancia (IVI) más elevado de cada parcela utilizado para clasificar en grupos. Valores relativos de: N, densidad; G, Área basimétrica; Fr, frecuencia. <sup>1</sup> Porte arbóreo, desarrollo del tronco en vertical, <sup>2</sup> porte arbóreo, desarrollo del tronco tortuoso, <sup>3</sup> porte arbustivo, <sup>4</sup> mata rastrera.

Parcela	Especie/porte	N (%)	G (%)	Fr (%)	IVI
4	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	61,5	82,9	33,3	<b>59,2</b>
4	<i>Ilex azorica</i>	15,4	13	33,3	20,6
4	<i>Erica azorica</i>	23,1	4,1	33,3	20,2
5	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	61,5	89,1	33,3	<b>61,3</b>
5	<i>Ilex azorica</i>	15,4	6	33,3	18,2
5	<i>Erica azorica</i>	23,1	4,9	33,3	20,5
9	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	62,5	88,3	33,3	<b>61,4</b>
9	<i>Ilex azorica</i>	25	8,5	33,3	22,3
9	<i>Laurus azorica</i>	12,5	3,2	33,3	16,3
1	<i>Juniperus brevifolia</i> <sup>1</sup>	76,92	90,72	50	<b>72,55</b>
1	<i>Ilex azorica</i>	23,08	9,28	50	27,45

El índice de Valor de Importancia es utilizado en fitosociológica para caracterizar los bosques a través de su composición florística. Sin embargo, en este trabajo ha sido utilizado para interpretar la estructura de la especie según los diferentes tipos de portes que adopta en una misma comunidad. Martins (1991) afirma que, a pesar de las críticas, este índice se ha revelado muy útil tanto para separar tipos diferentes de bosque como para relacionarlos a factores ambientales, incluyendo la relación entre la distribución de las especies y los factores abióticos.

Observamos en la tabla 67 como el grupo con menor número de parcelas es el grupo III, con tan solo 2 integradas en las unidades muestrales de Graminhais y la zona de cumbre.

Tabla 67 Resumen de las parcelas incluidas en cada grupo.

	Parcela	Unidad muestral
<b>Grupo I</b>	1	Bardinho
	4	Serra da Tronqueira
	5	Serra da Tronqueira
	9	Malhada
<b>Grupo II</b>	3	Zona de cumbre
	6	Zona de cumbre
	7	Zona de cumbre
	8	Zona de cumbre
<b>Grupo III</b>	2	Zona de cumbre
	10	Graminhais

Es significativo como la unidad muestral de la zona de cumbre presenta una parcela que difiere del resto del grupo. Se trata de la parcela 10, que con un valor de IVI de 41,2 entra en el grupo III con porte dominante rastrero.

Una vez agrupadas las parcelas, se ha analizado la estructura según la estratificación, los parámetros de masa, los índices de espesura y el valor de importancia para el conjunto de parcelas que forman cada grupo.

A continuación y basándonos en la clasificación por grupos propuesta anteriormente se muestran los resultados del análisis de la estructura a través de:

### **Índice de Valor de Importancia (IVI)**

El primer obstáculo que se encontró para calcular el IVI fue definir la variable que representase a la cobertura. La variable más utilizada por otros autores es el área basimétrica. No obstante, si se hubiese utilizado el área basimétrica en este trabajo no se podría haber tenido en cuenta los individuos menores, presentes en muchas de las parcelas del muestreo. El área basimétrica de los individuos menores no fue posible calcularla debido a que no se midió el diámetro de su tronco, principalmente porque no alcanzaba las dimensiones mínimas inventariables, como fue el caso de los individuos rastreros. Con la intención de no discriminar a los individuos menores se decidió utilizar otra variable equivalente al área basimétrica que proporcionase la medida de la cobertura y que además se pudiera medir en todos los ejemplares. Esta variable fue la fracción de cabida cubierta.

Sin embargo, se decide calcular el índice de la forma clásica, utilizando el área basimétrica, en las parcelas en las que solo aparecen individuos arbóreos con fuste recto mientras que en las parcelas con varios tipos de porte se utiliza la fracción de cabida cubierta.

Siguiendo a Lamprecht (1990) la estructura horizontal de un bosque resulta de la combinación entre la cantidad que cada especie aparece por unidad de área (densidad), de la manera como la especie se distribuye en el área (frecuencia) y del espacio que cada una ocupa en el territorio (dominancia).

**Grupo I:** Este grupo está formado por 4 parcelas incluidas en las unidades muestrales de Malhada, Serra da Tronqueira y Bardinho.

*Juniperus brevifolia* se encuentra presente en todas las parcelas seguida de *Ilex azorica*. En las parcelas 4 y 5 pertenecientes a la Serra da Tronqueira aparece la especie *Erica azorica* en último lugar de importancia con un valor de índice similar a el valor de *Ilex azorica*. Llama la atención como su IVI se encuentra influenciado por la densidad, lo que nos indica que la especie aparece de forma regular.

Una característica habitual de *Erica azorica* es un porte forestal, con un tamaño de diámetro del tronco a la altura del pecho escaso, su fuste presenta en muchas ocasiones formas retorcidas provocadas por la búsqueda de luz y con un tamaño de copa bastante reducido, lo que explicaría los valores de cobertura tan bajos.

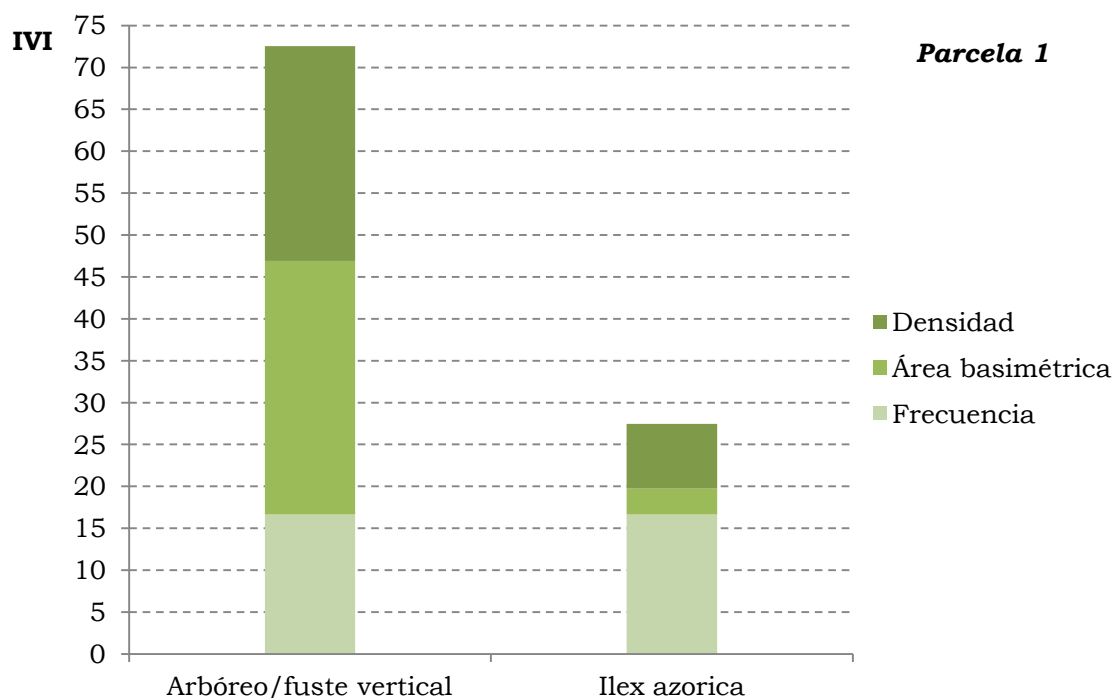


Figura 69 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 1.

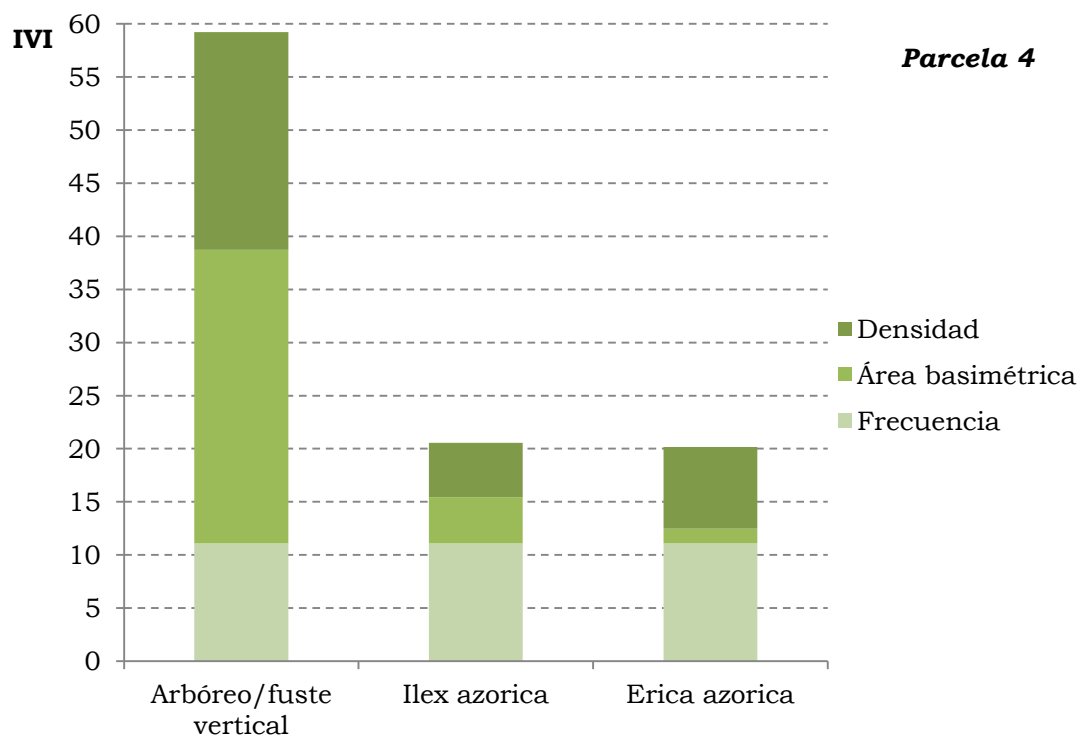


Figura 70 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 4.



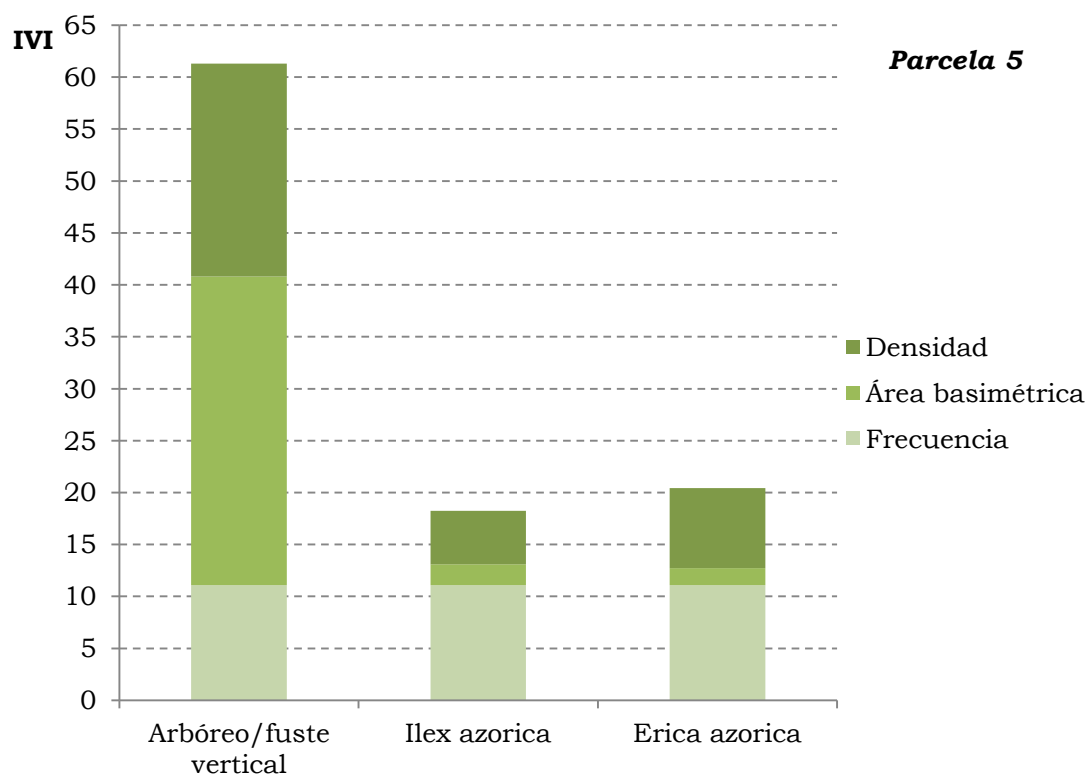


Figura 71 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 5.

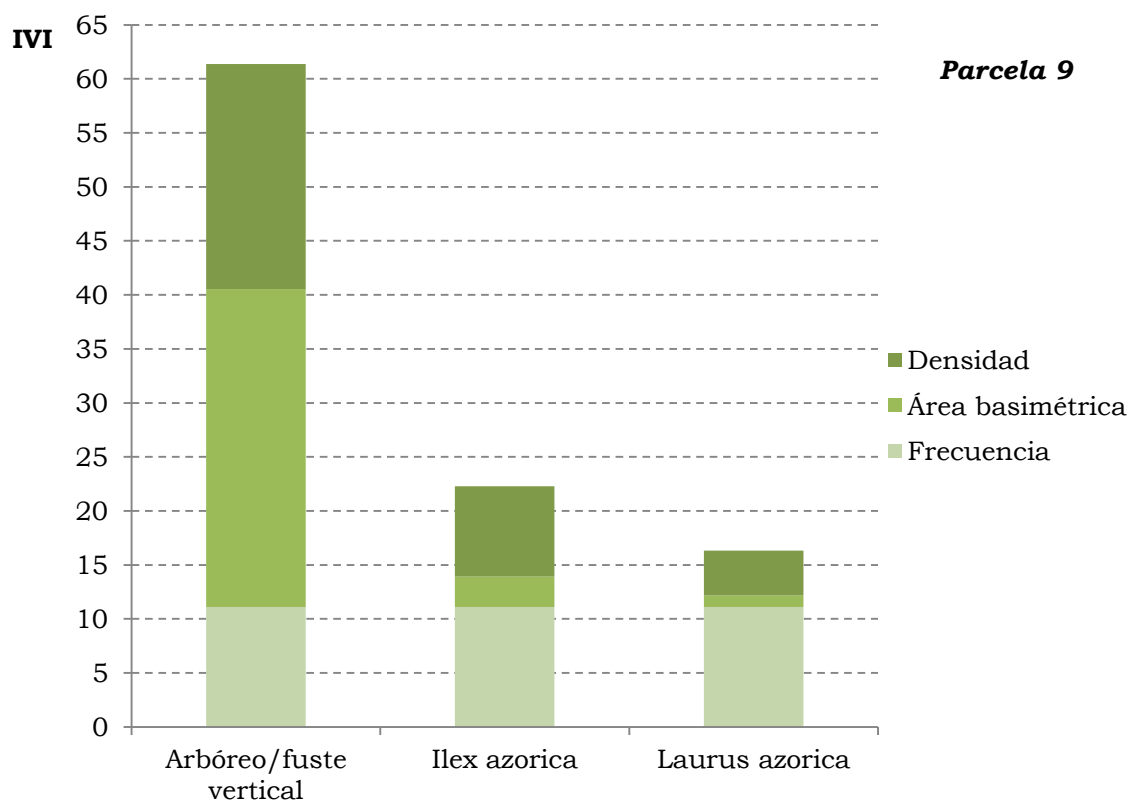


Figura 72 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 9.

*Ilex azorica* es la segunda especie más importante del grupo. Se encuentra representada en todas las parcelas, lo que nos lleva a interpretar que aparece junto a *Juniperus brevifolia* en cotas inferiores a 750 metros en cualquier tipo de estación. No ocurre lo mismo con *Erica azorica* y *Laurus azorica*. El área de Malhada (parcela 9) y Serra da Tronqueira (parcela 4 y 5) son las unidades muestrales que reciben menor precipitación anual, son zonas más secas que Bardinho (parcela 1). Además, la Serra da Tronqueira está bajo la influencia del arroyo de la Ribeira do Guilherme dotándola de unas condiciones más termófilas, con diferencias térmicas de 2 a 3 °C de media con respecto a las otras dos unidades muestrales que forman este grupo. No es objeto de este estudio profundizar en las diferentes asociaciones de *Juniperus* con el resto de especies de Laurisilva ni qué factor o factores pueden dar origen a tal asociación, pero sí hacemos una breve mención acerca de la presencia de estas especies, sobre todo si éstas están relacionadas con la estructura horizontal de las poblaciones de *Juniperus brevifolia* encontradas.

*Juniperus brevifolia*, en cotas inferiores a 750 metros, alcanza un porte arbóreo de grandes dimensiones, como podemos observar en la figura 67, donde se ve como en todas las parcelas el valor de importancia está influenciado, además de por el valor de densidad, por el valor elevado de área basimétrica, indicando que los ejemplares presentes poseen diámetros considerables.

*Laurus azorica* solo aparece en la unidad muestral de Malhada. Al igual que ocurre con *Erica azorica* en la Serra da Tronqueira, su valor de importancia está influenciado por la densidad y no por su área basimétrica.

La importancia estructural de *Juniperus brevifolia* está influenciada por su área basimétrica relativa, cuyo valor es el más alto en todas las parcelas, seguido de la densidad relativa. En general, para todas las parcelas presenta un mismo padrón estructural, siendo *Juniperus* la especie que presenta mayor número de individuos y de grandes dimensiones en todas las parcelas frente al resto de especies.

**Grupo II:** Representado por 4 parcelas de la unidad muestral de la zona de cumbre, se encontraron dos patrones estructurales. El primero, compuesto por las parcelas 3 y 8, se caracteriza por presentar a *Juniperus brevifolia* de porte arbóreo con fuste tortuoso y de porte arbustivo, siendo el primero de ellos el más importante en densidad relativa y en fracción de cabida cubierta relativa. El porte arbustivo se encuentra influenciado por una densidad relativa elevada frente a la baja cobertura relativa, lo que nos indica que estos ejemplares tienen una superficie de copa de pequeñas dimensiones y aparecen de forma regular.

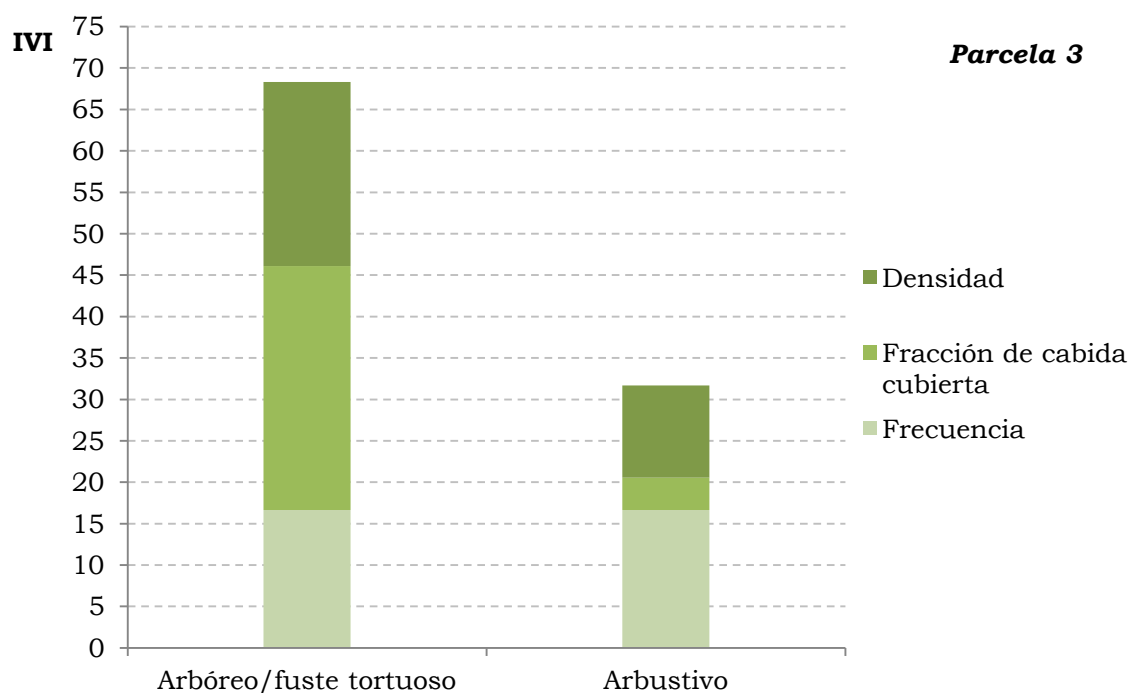


Figura 73 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 3.

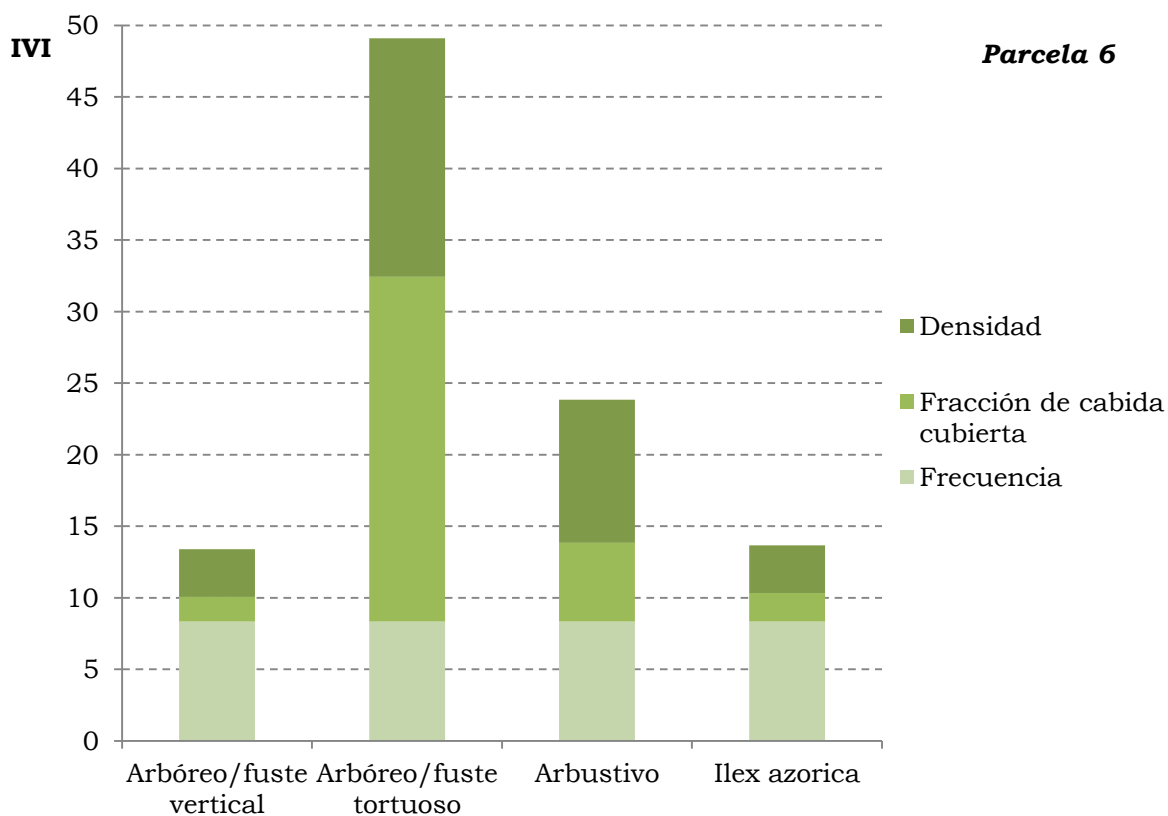


Figura 74 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 6.

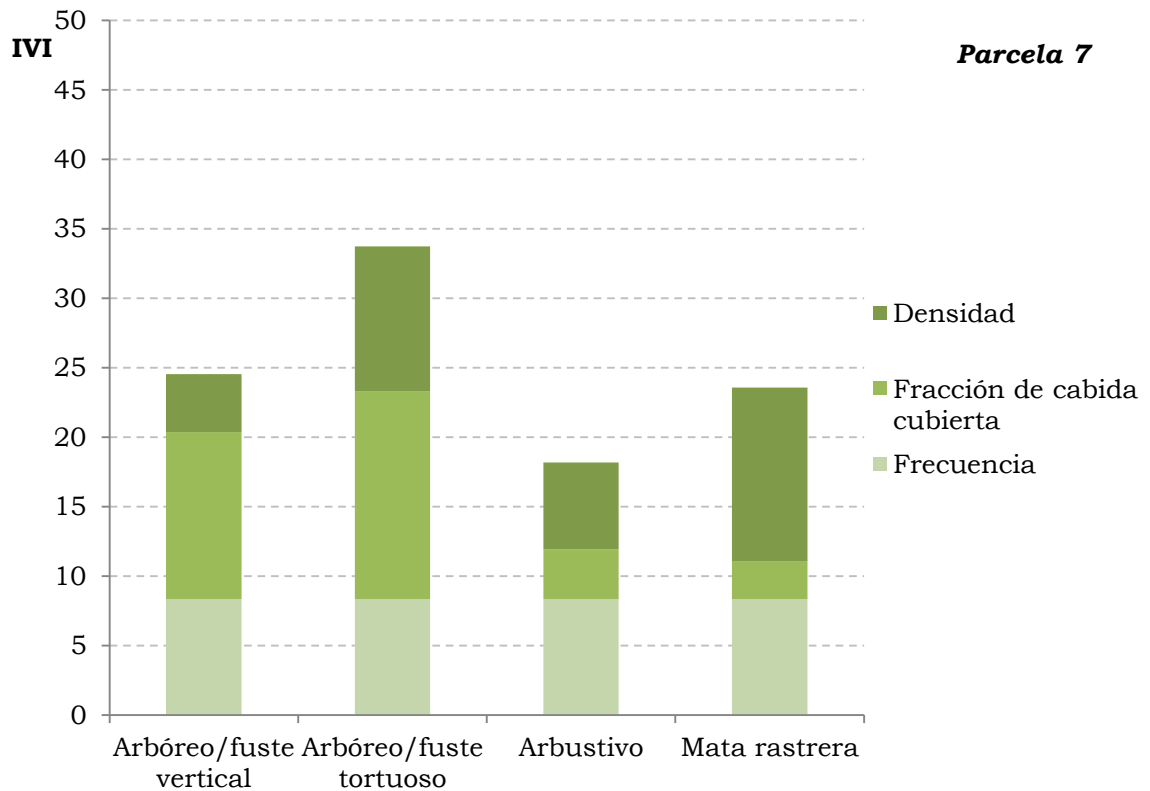


Figura 75 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 7.

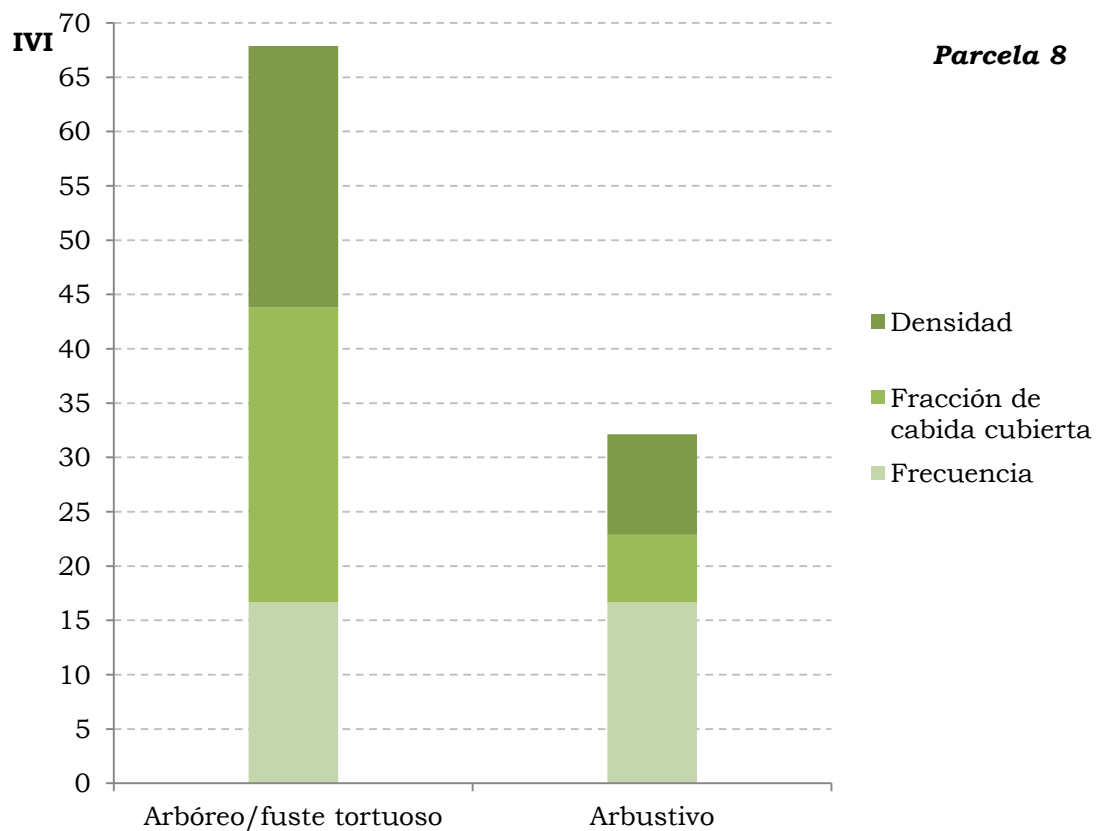


Figura 76 Representación del Índice de Valor de Importancia de las parcela 8.

El segundo patrón estructural lo forman las parcelas 6 y 7. Se caracterizan por presentar, además del porte característico de este grupo, los portes arbóreos de fuste vertical, arbustivo/rastrero e individuos de *Ilex azorica*. Estas parcelas se localizan junto a la zona de Malhada, lo que podría explicar la presencia de individuos con una estructura propia de grupo I. Sin embargo, parecen ser excepciones frente al dominio del porte arbóreo/tortuoso. Este hecho podemos observarlo en la figura 68, siendo un claro ejemplo de ello la parcela 7. Aunque la categoría arbóreo de fuste vertical es la segunda en valor de importancia, su baja densidad y elevada fracción de cabida cubierta nos indica que se trata de individuos aislados de grandes dimensiones y en número reducido. Otro ejemplo, también lo podemos observar en la parcela 6. En ella encontramos ejemplares arbóreos de fuste vertical y ejemplares de *Ilex azorica* con un valor bajo de densidad y de fracción de cabida cubierta, lo que nos indica que además de aparecer de manera aislada, se encuentran dominados por el dosel de copas de los individuos arbóreos tortuosos.

**Grupo III:** Representado tan solo por dos parcelas (parcela 2 y 10), el porte rastrero el más representado, seguido del porte arbustivo y arbóreo. Si comparamos los valores relativos de densidad y fracción de cabida cubierta para cada tipo de porte de ambas parcelas (tabla 65), observamos como presentan valores similares.

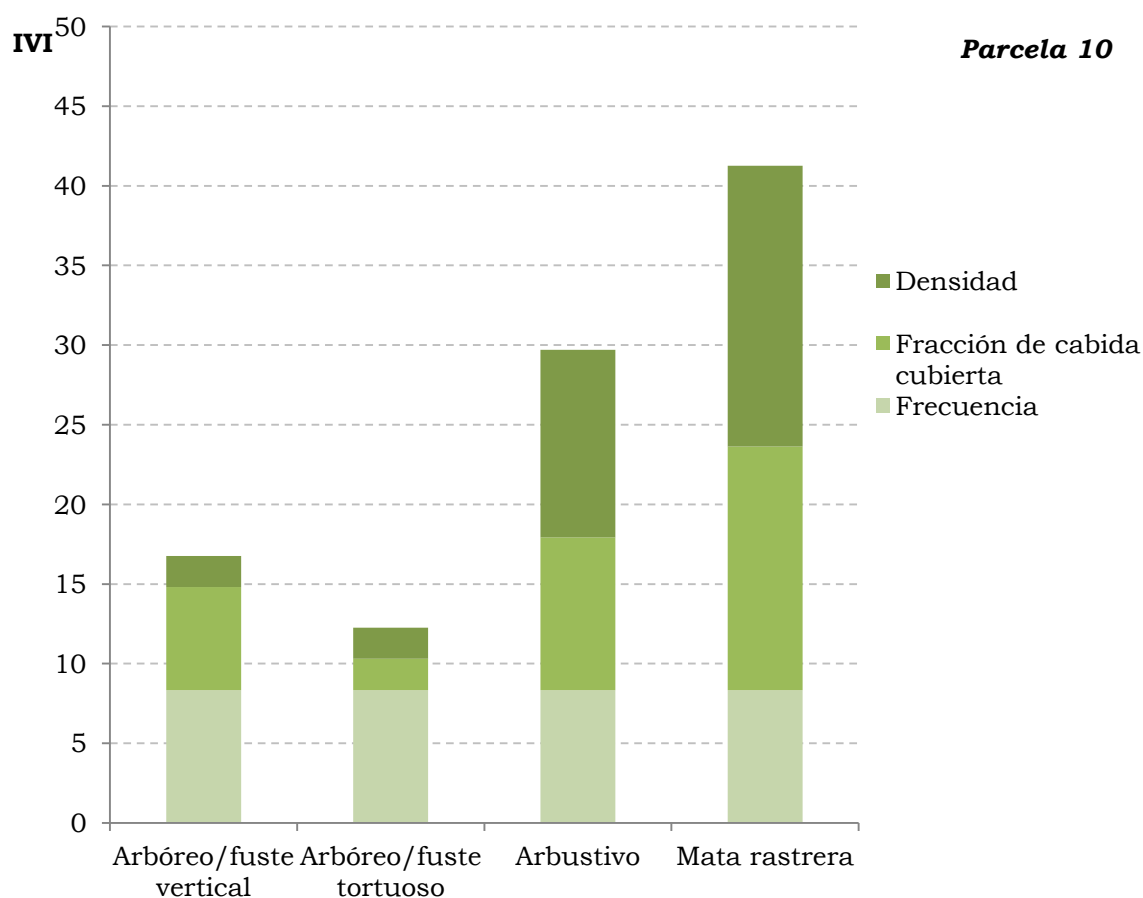


Figura 77 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 10.

En la parcela 10 aparecen los dos tipos de porte arbóreo. A pesar de que ambos portes en la parcela presentan la misma densidad relativa, el valor de fracción de cabida cubierta de los individuos arbóreos con fuste recto es significativamente mayor, lo que no indica que los individuos en esta categoría presentan grandes dimensiones.

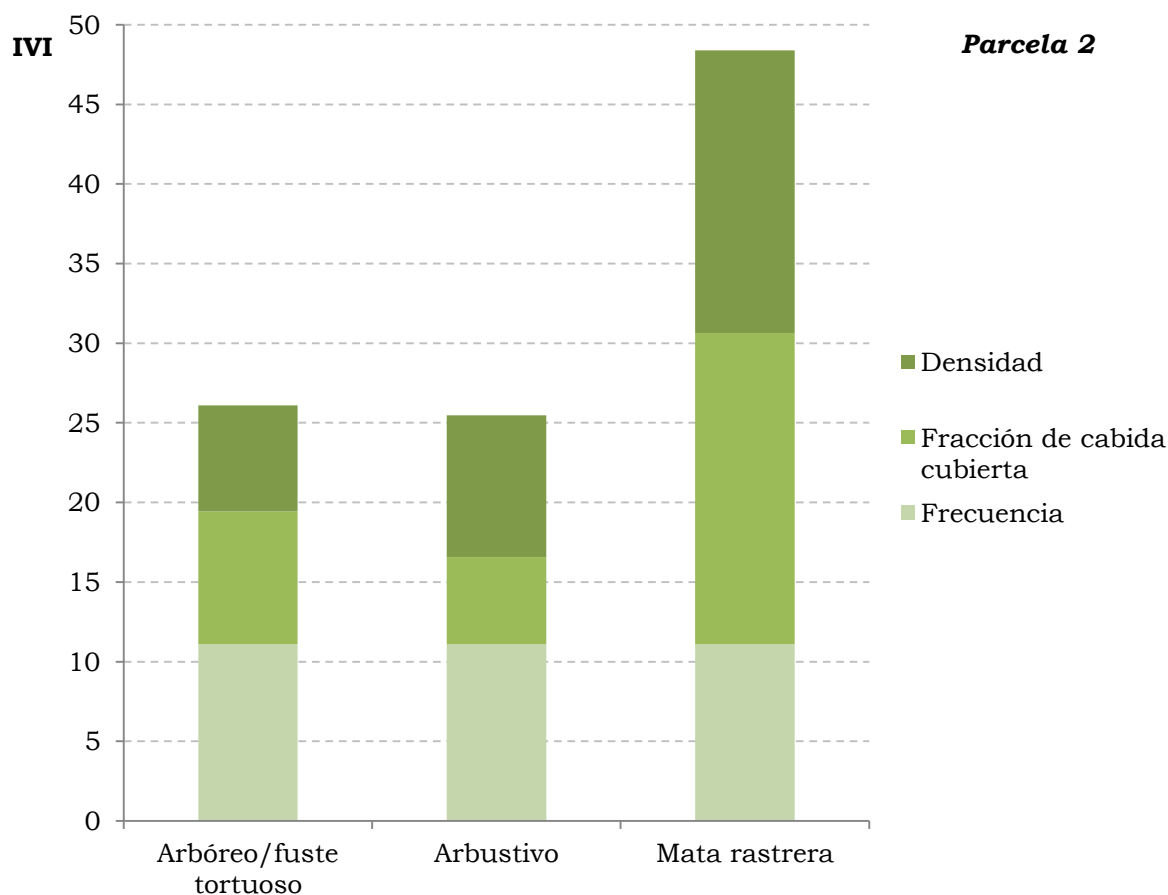


Figura 78 Representación del Índice de Valor de Importancia de la parcela 2.

En la parcela 2, los portes arbustivo y arbóreo con fuste tortuoso tienen un parecido valor de índice de importancia, siendo ligeramente superior el valor correspondiente a los individuos arbóreos. A pesar de que la densidad relativa de los individuos arbustivos es superior a los individuos arbóreos, la fracción de cabida cubierta es más elevada en los individuos arbóreos que en los arbustivos, lo que significa que presentan un desarrollo de copa mayor, dominando sobre las copas arbustivas.

Si observamos las dos gráficas, vemos como la importancia de los individuos rastreros y arbustivos está influenciada por las elevadas densidades y no por el tamaño de sus copas. Sin embargo, los individuos arbóreos están influenciados por la elevada fracción de cabida cubierta, lo que nos lleva a interpretar que se trata de individuos de grandes dimensiones localizados de forma dispersa o con menor presencia en la parcela.

La similitudes entre estas dos parcelas puede deberse a la proximidad entre ellas, aunque pertenezcan a unidades muestrales distintas. La zona del Planalto dos Graminhais, en especial las áreas menos inclinadas, y las áreas adyacentes, han sido utilizadas de pastos para el ganado. En la actualidad, muchas de las zonas del Planalto dos Graminhais abandonaron este uso ganadero, desde la declaración de “Parque Natural da Ilha de São Miguel” y ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme, protegiendo así los hábitats naturales entre los que se encuentran los bosques de *Juniperus brevifolia*.

Las escasas y dispersas poblaciones de cedro do mato que aún encontramos en zonas que aparentemente no sufrieron una intensiva acción del hombre, nos lleva a pensar que en el pasado la presencia de la especie en la zona podría ser mayor. La estructura de las dos parcelas, nos revela que las poblaciones que aquí se encuentran son poblaciones jóvenes puesto que el porte rastrero es el más destacado. Esta estructura puede deberse, bien a que se encuentren en las fases iniciales de desarrollo o bien, simplemente se trata de la estructura característica del lugar. Este tipo de estructura rastrera / arbustiva es considerada por Elias e Dias(2008) como la segunda y tercera fase del proceso (fase de innovación y fase constructiva) hacia la sucesión primaria (formada por 4 fases) en las formaciones de bosque de *Juniperus-Sphagnum* como consecuencia de los deslizamientos de tierra. Los deslizamientos de tierra ocurren de manera frecuente en la zona. En especial en laderas abruptas, con elevada biomasa formada por árboles y un manto de *Sphagnum* spp. (puede alcanzar hasta 1 metro de profundidad). Este manto impide la fijación de las raíces al sustrato geológico, lo que conlleva que en situaciones de fuertes temporales favorezca junto a peso de la vegetación provoquen deslizamientos. Sin embargo, *Juniperus brevifolia* parece estar perfectamente adaptado a estos fenómenos, puesto que estos disturbios de gran magnitud, a pesar de la pérdida de suelo, constituyen la única forma de que esta especie pionera renueve sus poblaciones de forma masiva (Elias e Dias, 2008).

### Consideraciones finales

Grupo I: *Juniperus* presenta un porte arbóreo con fuste vertical, de grandes dimensiones diamétricas. Forma una masa densa, a juzgar por el elevado número de individuos presentes, acompañado de especies arbóreas como *Ilex azorica*, *Erica azorica* y *Laurus azorica*. En todas las unidades muestrales de este grupo aparece junto a *Ilex azorica*, constatándose así el binomio *Juniperus-Ilex* (Dias *et al.*, 2004). *Ilex* es una especie de temperamento delicado, los ejemplares de *Juniperus* poseen una copa densa y amplia que apenas dejan pasar la luz, proporcionando así las condiciones óptimas para su desarrollo en la etapa juvenil. En edades avanzadas y bajo las condiciones de alta espesura, *Ilex azorica* al igual que *Laurus azorica* y *Erica azorica*, en busca de luz, comienzan a crecer en altura, presentando individuos de dimensiones diamétricas pequeñas y copas bastante reducidas, principalmente por competencia con el dosel de copas de *Juniperus*. Esta estructura se encuentra en cotas por debajo de los 750 metros en la ZEPA.

En lugares mas termófilos y menos lluviosos, con una diferencia de precipitación anual respecto al resto de áreas entre los 100 y 550 mm aparecen otras especies como son *Erica azorica* y *Laurus azorica*.

Grupo II: Nos encontramos con una población arbórea de fuste tortuoso, de amplia superficie de copa. Las condiciones climáticas extremas junto a la elevada ocurrencia de perturbaciones como los deslizamientos de tierras son los principales responsables de este tipo de estructura. Se sitúa entre los 800 y 1100 metros de altitud (lugar de mayor cota de nuestra área de estudio). En cotas superiores a 1000 metros, la densidad de la especie es elevada con individuos de grandes dimensiones de copa. Esto ocurre en la zona próximas Pico da Vara. Entre los 800 y 900 metros, la estructura dominante se caracteriza por presentar porte arbóreo de fuste tortuoso. Los ejemplares al igual que ocurre con la población de la zona del Pico da Vara, tienen grandes dimensiones de copa. Sin embargo, observamos como aparecen ejemplares arbustivos y rastreros con valores altos de densidad y baja cobertura, lo que nos lleva a interpretar que, además de observar grupos de individuos de pequeñas dimensiones, al mismo tiempo encontramos en la zona individuos arbóreos de fuste vertical de forma aislada junto a *Ilex azorica*. Esto ocurre en la zona cercana a Malhada, caracterizando a este grupo con una estructura de transición hacia estructuras semejantes a las pertenecientes al grupo I.

Grupo III: Presenta un porte rastrero-arbustivo. Los ejemplares que aquí se encuentran cubren la totalidad del suelo debido a las grandes dimensiones de sus copas apoyadas sobre él. La zona donde encontramos esta estructura en la ZEPA se encuentra a 900 metros de altitud, clasificada como turberas de cobertor de *Sphagnum* spp.

Este briofito compite de forma directa con la especie en su crecimiento en altura. El desarrollo de *Sphagnum* spp en altura y alrededor de los ejemplares rastreros y arbustivos de *Juniperus* alcanza grandes dimensiones llegando a cubrir sus ramas, impidiendo así su correcto desarrollo. Sin embargo, cuando el *Juniperus* gana la batalla al *Sphagnum*, éste alcanza portes arbóreos, principalmente con fuste tortuoso.

No obstante, la estructura rastrera que encontramos en esta zona de la ZEPA (Planalto dos Graminhais), se debe a que se trata de una población en las primeras etapas de su sucesión. La fuerte presión del hombre hasta hace poco años sobre la zona, degradó este ecosistema y dado el carácter pionero de la especie, nos encontramos con una estructura propia de la fase de innovación.



### **Índices de espesura**

En masas arbóreas, el estudio de la espesura se realiza de forma diferente según el número de estratos o pisos que presenten (Serrada, 2008). Los resultados obtenidos de los diferentes índices de cada una de las parcelas se calcularon a partir de la anterior premisa, es decir, cada porte representa un piso o estrato. La descripción de cada uno de ellos nos sirve para permitirlos compararlos cuantitativamente.

**Grupo I:** Las figuras 45, 46, 52 y 56 muestran tamaños de copas de grandes dimensiones., superponiéndose unas con otras. En la representación de la parcela 4, los individuos de *Ilex azorica* y *Erica azorica* se sitúan por debajo de las copas de *Juniperus brevifolia*, de ahí que no se visualicen desde esta perspectiva. Todas las parcelas presentan valores de fracción de cabida cubierta, área basimétrica e índice de copa similares. Se destaca el reducido valor de área basimétrica en la parcela perteneciente a la unidad muestral de Malhada, indicándonos que sus individuos presentan pequeñas dimensiones diamétricas. Otro aspecto a destacar son los valores tan bajos de área basimétrica de las especies acompañantes, por debajo de 1 m<sup>2</sup>/ha.

**Grupo II:** La representación en planta de las parcelas de este grupo (figura 29, 31, 32 y 33) muestra una distribución espacial por grupos, principalmente de los individuos arbustivos, dando lugar a la superposición de sus copas. Las parcelas 3 y 8 se localizan en la zona del Pico da Vara. Los valores de fracción de cabida cubierta, área basimétrica e índice de copa son bastantes similares, a pesar de la diferencia de densidad y de su distribución espacial. La parcela 6 y 7, localizada en la zona oriental de la divisoria de la sierra presenta diferencias significativas.

**Grupo III:** La representación gráfica en planta de la espesura de las dos parcelas que forman este grupo (figura 25 y 29) muestra el elevado número de individuos rastreros en ambas parcelas. La forma de las copas de los individuos rastreros en la parcela 2 se muestra bastante irregular respecto a la parcela 10. A pesar de que el valor de fracción de cabida cubierta para ambas parcelas es muy similar (66,4% para la parcela 10 y 69,6% para la parcela 2), la distribución espacial de sus individuos muestra como en la parcela 10 se disponen de forma homogénea sobre la superficie de la parcela, mientras que en la parcela 2 aparecen algunos huecos.

Analizando los valores medios de la fracción de cabida cubierta, área basimétrica e índice de copa para cada tipo de porte, independientemente del grupo o unidad muestral en la que se encuentren, se observó lo siguiente:

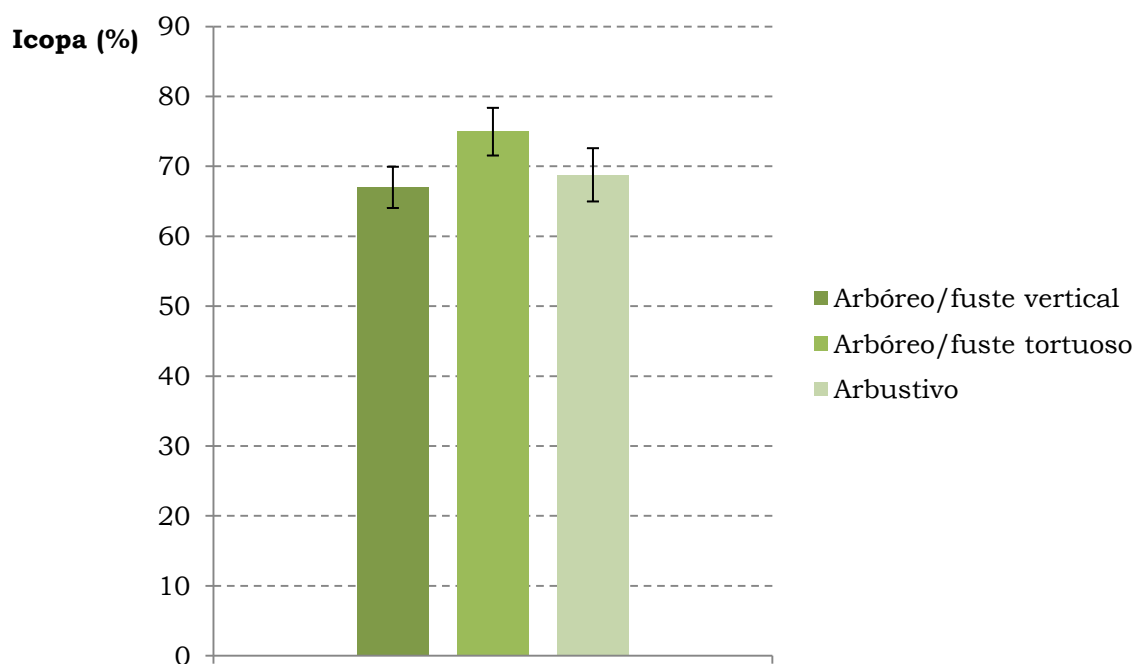


Figura 79 Valor medio de índice de copa en % (Icopa) para el conjunto de la muestra de este trabajo.

El valor medio de índice de copa más elevado es alcanzado por el estrato arbóreo de fuste tortuoso con un 74,95 %, seguido por el estrato arbustivo con un 68,78 % y el estrato arbóreo de fuste con desarrollo vertical con un 66,98 %. Los valores medios para cada estrato son bastante significativos, puesto que los errores típicos pequeños revelan que los valores de la muestra se encuentran en torno a la media (figura 79).

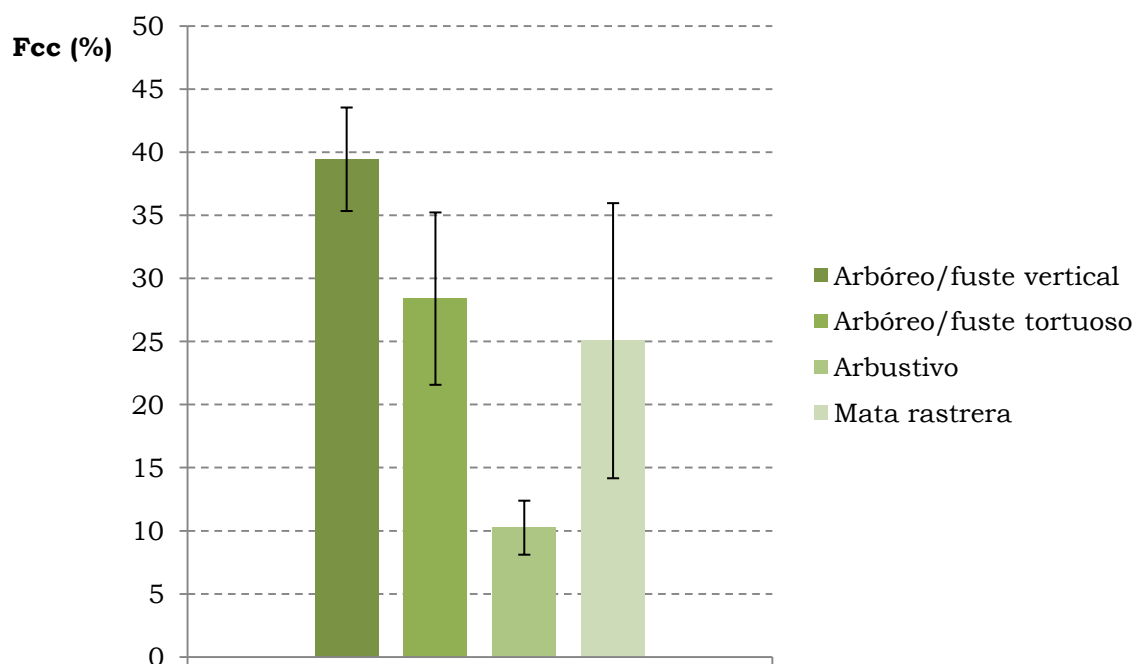


Figura 80 Valor medio de fracción de cabida cubierta en % (Fcc) para el conjunto de la muestra de este trabajo.

Existen grandes diferencias entre los valores medios de fracción de cabida cubierta para cada estrato. Los valores más elevados pertenecen al estrato arbóreo seguido del estrato rastrero y arbustivo. Sin embargo, los errores típicos revelan que existe una gran variabilidad interna, en especial en el estrato rastrero y arbóreo con fuste de desarrollo tortuoso. En el caso del estrato rastrero, llama la atención un valor de error típico tan elevado, puesto que como se vio anteriormente en el análisis de valor de importancia, el grupo III representado en su mayoría por el porte rastrero presentaba un valor de cobertura muy similar. Sin embargo, para el conjunto de la muestra este tipo de porte aparece fuera del grupo III, tan solo en la parcela 7. A pesar de que en número de individuos rastreros es superior al número de individuos del resto de estratos, su valor de fracción de cabida cubierta es bastante reducido (3,9 %), causando una variabilidad interna de la muestra grande. Este hecho nos lleva a reflexionar sobre el carácter rastrero presente en la ZEPA, distinguiéndose dos comportamientos. El primero de ellos lo presenta en la zona del Planalto dos Graminhais, donde las poblaciones allí presentes compiten por la vegetación dominada por *Sphagnum* spp. limitando así su desarrollo. El segundo, presente en la zona de cumbre, podríamos definirlo como regeneración, lo que significaría que en los casos en los que las poblaciones donde dominan otros tipos de portes, los ejemplares rastreros deben ser considerados como regeneración y no como un estrato.

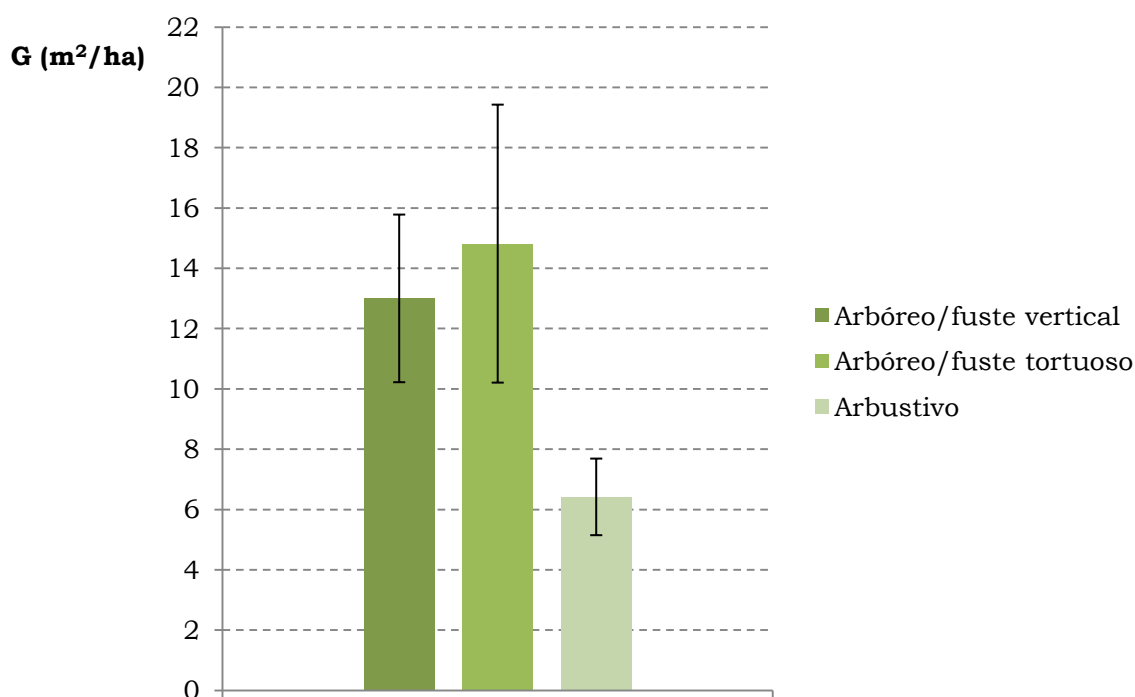


Figura 81 Valor medio de área basimétrica en m²/ha para el conjunto de la muestra de este trabajo.

En el análisis de área basimétrica (figura 81), hay que aclarar que sus valores nos son comparables, puesto que para el porte arbóreo con fuste tortuoso y arbustivo se trata del área basimétrica en la base y el porte arbóreo con tronco de desarrollo vertical se trata del área basimétrica a la altura del pecho.

EL valor medio de área basimétrica para el estrato arbóreo de fuste vertical es de 13 m<sup>2</sup>/ha; para el estrato arbóreo con tronco tortuoso es 14,8 m<sup>2</sup>/ha y 6,41 m<sup>2</sup>/ha para el estrato arbustivo.

Los valores de error típico son elevados en todos los estratos, lo que nos indica que existe una variabilidad considerable de dimensiones de diámetros. En el caso del porte arbóreo con fuste tortuoso, nos preguntamos si la gran variabilidad de portes se debe a uno o varios factores ambientales que den lugar a diferentes dimensiones de diámetros o simplemente se trata de un error en la toma de datos puesto que en muchos casos, la elevada densidad de briofitos en el tronco y en especial en la base del tronco, dificultaba localizar el punto del tronco más próximo al suelo y por tanto a realizar la medición siguiendo el mismo criterio en todos los ejemplares. No es objeto de este trabajo responder los factores que inciden en la variabilidad diamétrica, sin embargo, se ha considerado que podría ser interesante analizarlo en futuros estudios.

#### Consideraciones finales

Los ejemplares arbóreos con fuste de desarrollo vertical localizados en la ZEPA, se caracterizan por presentar un índice de copa elevado, del orden del 67 %. El valor de fracción de cabida cubierta medio, del orden del 40 %; y el valor de área basimétrica (13 m<sup>2</sup>/ha) indica que son individuos con grandes superficies de copa y dimensiones diamétricas. Se localizan en las zonas de Bardinho, Malhada y en la Serra da Tronqueira, y de forma aislada en próximas a las cumbres o zonas de transición.

Los ejemplares arbóreos con fuste de desarrollo tortuoso se caracterizan por presentar un índice de copa de orden del 75 %, un valor de fracción de cabida cubierta de 28 % y un área basimétrica en la base de 15 %. Son individuos muy ramificados, con copas de menor dimensión que los ejemplares arbóreos de fuste y de dimensiones diamétricas muy variables. Se localizan en las zonas de alta montaña junto a los ejemplares arbustivos.

Los ejemplares arbustivos presentan un índice de copa elevado, del orden del 69%, y valores bajos de fracción de cabida cubierta y área basimétrica basal. Son individuos con copas y diámetros pequeños, localizados en zonas de alta montaña y en las turberas del Planalto dos Graminhais. Aparecen junto a los ejemplares arbóreos de fuste tortuoso dando lugar a poblaciones de 2 estratos.

Los ejemplares rastreros se localizan principalmente en el Planalto dos Graminhais. Las grandes dimensiones de sus copas forman mantos que cubren el suelo.

**Fisionomía**

En este trabajo no se ha abordado un análisis para el conjunto de la muestra, tan solo se han presentado los esquemas del alzado de cada parcela y se ha descrito la posición sociológica de cada ejemplar por dos metodologías. La primera metodología sigue los criterios de Baker. Estos criterios son aplicados por el observador en un momento determinado. La principal desventaja de utilizar este método es la percepción del observador, siendo un método totalmente subjetivo. Sin embargo un observador con experiencia en clasificaciones sociológicas, es capaz de hacer del método una herramienta eficaz cuando lo que se pretende es describir los estratos de manera rápida y sin necesidad del conocer otro parámetro.

El segundo método sigue los criterios de la IUFRO. La principal ventaja de haber utilizado este método es su simplicidad en la aplicación, siendo necesario únicamente el valor de la altura dominante. Sin embargo, en este trabajo no ha resultado sencillo el cálculo de la altura dominante, dada el reducido tamaño muestral. La solución encontrada pasó por aplicar el criterio de Bengoa Martínez de Mandojana y no el criterio comúnmente más utilizado, el criterio de Assman. Para aplicar el criterio de Assman es necesario tener un mínimo de 100 individuos en la parcela, por lo que solo tendría sentido aplicar esta metodología en parcelas mayores o con un número mayor de individuos. Por este motivo se propone para futuros trabajos, aumentar la superficie de la parcela de manera que se garantice un número elevado de individuos.

Comparando los resultados obtenidos de cada parcela, en la mayoría de los casos, se ha observado una enorme diferencia en cuanto a resultados que presentan ambas clasificaciones. De la observación de los perfiles podemos afirmar que las parcelas de la Serra da Tronqueira, Malhada y Bardinho presentan los ejemplares con mayor altura de todo el área de estudio.

### **Ajuste de Regresión**

Para analizar la relación que existe entre las variables diámetro de tronco-altura y diámetro del tronco-diámetro de copa se ha realizado un estudio de regresión. El propósito de este análisis es conocer el modelo de crecimiento del cedro do mato en nuestro territorio de estudio.

Se analizaron, para cada tipo de porte (arbóreo con fuste vertical, arbóreo con fuste tortuoso y arbustivo) del conjunto de la muestra, los modelos de ajuste lineal y logarítmico con el propósito de conocer cuál de ellos es estadísticamente más significativo. Los resultados del valor-P del análisis de varianza en la tabla ANOVA se muestran en la tabla 68, siendo la variable dependiente la altura y la variable independiente el diámetro del tronco.

Tabla 68 Valor-P del análisis de varianza entre las variables diámetro del tronco – altura.

<b>Valor-P</b>	Arbóreo / fuste vertical	Arbóreo / fuste tortuoso	Arbustivo
Lineal	0,0009	0,5333	0,3061
Logarítmico	0,0009	0,9685	0,9291

Puesto que el valor-P en los dos modelos para el porte arbóreo con fuste tortuoso y porte arbustivo es mayor a 0,05, no existe una relación estadísticamente significativa entre el diámetro del tronco y la altura con un nivel de confianza del 95 % o más, por lo que no se procedió a realizar el ajuste de regresión. Por otro lado, el porte arbóreo con fuste vertical tiene una relación estadísticamente significativa en los tres modelos, siendo el valor-P inferior a 0,05 en todos los casos, y por tanto se realizó el ajuste. Para ello, se analizaron los valores del coeficiente de correlación y del coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

El modelo lineal y logarítmico tiene un valor de coeficiente de correlación y determinación prácticamente igual. Este hecho nos llevo a analizar en con más detalle la muestra. Eliminando los individuos arbóreos localizados en parcelas por encima de los 750 metros de altitud, el ajuste logarítmico muestra mejores resultados frente al modelo lineal. El coeficiente de correlación es igual a 0,515824, indicando una relación moderadamente fuerte entre las dos variables. El estadístico  $R^2$  indica que el modelo ajustado explica el 26,61 % de la variabilidad de la altura. Y la ecuación del modelo es:

$$Ht (m) = 0,881613 + 1,08706 \cdot \ln(DAP (cm))$$

siendo Ht la altura total en metros y DAP, el diámetro a la altura del pecho en centímetros.

En definitiva, esta ecuación representa a los individuos del grupo I cuya grafica se representa en la figura 82.

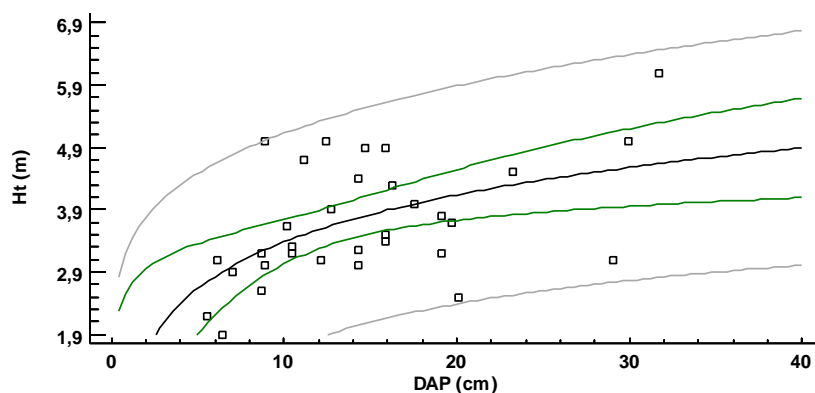


Figura 82 Modelo de regresión Diámetro del tronco – Altura del Grupo I.

El modelo logarítmico-x muestra que existe una relación de proporcionalidad directa entre las variables. Así, se observa en la figura 79 que los individuos crecen más en altura que en diámetro en la primera etapa de su desarrollo, hasta que alcanzan los 8 centímetros de diámetro. En la segunda etapa tiene mayor desarrollo el crecimiento secundario y la altura adquiere carácter asintótico a los 4,9 metros de altura.

Del mismo modo se realizó el análisis del ajuste de regresión diámetro del tronco – diámetro de copa. Los resultados del análisis de varianza en la tabla ANOVA, muestran que al igual que ocurre con el ajuste diámetro del tronco – altura, existe relación estadísticamente significativa entre ambas variables únicamente para los individuos arbóreos con fuste vertical (valor-P < 0,05).

Valor-P	Arbóreo / fuste vertical	Arbóreo / fuste tortuoso	Arbustivo
Lineal	0,0000	0,0664	0,9290
Logarítmico	0,0000	0,6525	0,9053

El modelo que mejor se ajusta en este caso es el modelo lineal con un valor de coeficiente de correlación de 0,816567, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. La ecuación del modelo es:

$$D_{\text{copa}} \text{ (m)} = 1,32687 + 0,179704 \cdot \text{DAP} \text{ (cm)}$$

siendo  $D_{\text{copa}}$  el diámetro de copa medio en metros. La bondad de ajuste es del 66,67 %, lo que indica que el modelo explica una elevada variabilidad del diámetro medio de copa.

La grafica del la figura 83 nos muestra como el diámetro de copa crece de manera proporcional al diámetro del tronco a razón de 0,179 centímetros.

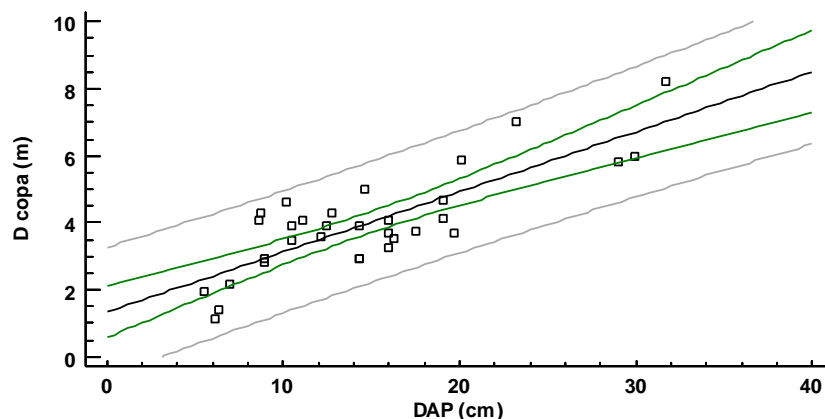


Figura 83 Modelo de regresión Diámetro del tronco – diámetro de copa del Grupo I.

### Consideraciones finales

Tan solo ha sido posible realizar el ajuste de regresión para la categoría arbórea con desarrollo del fuste vertical para los individuos pertenecientes al grupo I, a pesar de que la bondad de ajuste es muy baja. Este valor representa el grado de fiabilidad que podemos obtener al predecir la variable altura basándonos en el diámetro, siendo el 26 % un valor poco fiable. Sin embargo se presenta este resultado como base para futuros estudios, en los que se sugiere trabajar con un tamaño muestral mayor.

Respecto al análisis diámetro del tronco-diámetro de copa, se demuestra que existe una relación entre ellos. La bondad de ajuste en este caso es superior al ajuste entre el diámetro y la altura, con un valor de 66,67 %, lo que nos indica que el ajuste es bueno. El resultado obtenido puede resultar muy interesante a la hora de estimar el diámetro a través de fotografía aérea, por lo que se propone estudiar la relación entre estas dos variables con más detalle.





## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES**



## 6. CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo nos permiten afirmar, a modo de conclusiones, en lo referente a:

### ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

- 1) El área de distribución de *Juniperus brevifolia* en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme es escasa. Cuenta con una superficie de 264 hectáreas repartidas por la ZEPA en 5 poblaciones, denominadas Serra da Tronqueira, Malhada, Bardinho, Graminhais y las zonas de alta montaña. Fuera de la ZEPA cuenta con 13,5 hectáreas situadas junto a su perímetro en la zona del Planalto dos Graminhais.
- 2) El área que ocupa se encuentra muy fragmentada. Esta fragmentación es consecuencia directa por la acción del hombre que ha venido dándose desde la llegada de los primeros pobladores a las islas; y por la llegada de especies exóticas. Estas especies tienen una alta capacidad de colonizar grandes áreas dando lugar a masas monoespecíficas que actúan como barrera impidiendo la dispersión de la especie.
- 3) Las poblaciones de la especie situadas en zonas de alta montaña, forman la superficie continua de mayor extensión de toda la ZEPA.

### FACTORES CLIMATICOS

- 4) Las poblaciones situadas por encima de los 750 metros de altitud (Graminhais y zonas de cumbre) presentan condiciones climáticas extremas. Con fuertes vientos, bajas temperaturas y fuertes y abundantes precipitaciones.
- 5) Las poblaciones situadas por debajo de los 750 metros de altitud (Serra da Tronqueira, Bardinho y Malhada) se encuentran ligeramente más protegidas.

### ESTRUCTURA POBLACIONAL

- 6) *Juniperus brevifolia* en el área de estudio presenta cuatro tipos diferentes de portes. Cada porte ha sido analizado su dasometría de manera independiente. Los portes encontrados han sido: porte arbóreo con desarrollo del fuste recto, porte arbóreo con desarrollo del fuste tortuoso, porte arbustivo y mata rastrera.

- 7) Los ejemplares arbóreos con fuste recto se encuentran en zonas por debajo de los 750 metros de cota, concretamente en las zonas de Malhada, Bardinho y la Serra da Tronqueira. Forman manchas continuas acompañados de otras especies como *Ilex azorica*, *Erica azorica* y *Laurus azorica*. Presentan copas densas y muy ramificadas a partir de 1/3 de la altura total desde la base. Las grandes dimensiones diamétricas y de altura, hasta 6 metros, que poseen los individuos de esta categoría indica que estamos ante masas maduras de la especie.
- 8) Los ejemplares arbóreos con desarrollo del fuste tortuoso se localizan en las zonas de alta montaña bajo condiciones climáticas extremas, entre los 800 y 1100 metros de altitud. Presentan copas de menor dimensión, muy ramificadas desde la base. Los individuos con este porte presentan grandes dimensiones diamétricas basales, y alturas en torno a los 2 o 3 metros. Son poblaciones maduras, y se cuyo desarrollo difiere de sin embargo tienen altura con un área basimétrica basal media de 15 m<sup>2</sup>/ha. Las variables diámetro del tronco, altura total y diámetro de copa en esta categoría no se encuentran correlacionadas.
- 9) Los ejemplares rastreros se localizan formando pequeñas masas continuas en la zona del Planalto dos Graminhais. Tienen una alta competencia con briofitos del género *Sphagnum* spp. La presencia de estos briofitos condiciona el desarrollo en altura del individuo, favoreciendo así el crecimiento junto al suelo.. Poseen grandes dimensiones de copa.
- 10) Los ejemplares arbustivos no dominan en ninguna población. Aparecen junto a los otros portes en todo el área a excepción de la zona de la Serra da Tronqueira, Malhada y Bardinho.
- 11) Existe una relación moderada entre las variables diámetro de tronco y altura, y diámetro de tronco – diámetro de copa para los individuos arbóreos con fuste recto.

El estado de conservación de *Juniperus brevifolia* en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme es preocupante, dada la reducida área de distribución que presenta. Para evitar su desaparición, y con ello la pérdida de diversidad, es necesario que las diferentes administraciones competentes tomen medidas de gestión.

## **CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA**



ADAMS R. 2004. *Junipers of the world: the genus Juniperus*. Trafford publishing Co. Vancouver. Canada.

AEMET, IM I.P. 2012. Atlas climático de los archipiélagos de Canarias, Madeira y Azores. Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio Ambiente. España. 78 pp.

AZEVEDO, E. 1996. Modelação do Clima Insular à Escala Local. Modelo CIELO aplicado à Ilha Terceira. Tese de Doutoramento pela Universidade dos Açores na especialidade das Ciências do Ambiente. Angra do Heroísmo. Portugal. 247pp. (português)

AGOSTINHO J. 1938.. Clima dos Açores – Parte I. Generalidades, Temperatura e Humidade do ar. Açoreana. Angra do Heroísmo. Portugal. 35-65 pp. (português)

AZEVEDO E; PEREIRA L, ITIER B. 1998. A physically-based model for local climate simulation in island environments: a GIS application. I International conference and exhibition on geographic Information.

AZEVEDO E; PEREIRA L, ITIER B. 1998. Modeling the Local Climate in Islands Environments. Orographic Clouds Cover. First International Conference on Fog and Fog Collection. Ottawa, Canada: 433-436.

AZEVEDO E; PEREIRA L; ITIER B. 1999. Modeling the local Climate in island environments: Water Balance Applications. Agricultural Water Management 40: 393-403.

AZEVEDO E; PEREIRA L; ITIER B. 1999. Simulation of local Climate in Islands Environments Using a GIS Integrated Model. Emerging Technologies for Sustainable Land Use and Water Management. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne, Switzerland.

AZEVEDO E. 2001. Boletim da Sociedade Afonso de Chaves. Vol. IX; fasc.III.

BENGOA MARTÍNEZ DE MANDOJANA J. 1999. Estimación de la altura dominante de la masa a partir de la “altura dominante de parcela”. Ventajas frente a la altura dominante de Assman. Invest. Agr. Sist. Recur. For 1: 311-321.

BOTELHO R, GIL A, DE LA CRUZ A, SILVA C. 2008. Mapeamento do coberto vegetal na ZPE Pico da Vara/Ribeira do Guilherme. Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves. Lisboa, Portugal. 30 pp. (português)

CARMO R. 2004. Geologia estrutural da Região da Povoação – Nordeste (Ilha de São Miguel, Açores). Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências. Universidade dos Açores. Ponta Delgada, Portugal. 121 pp. (português)



CLIMAAT. 2008. Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlânticos – Clima Marítimo e Costeiro. Available in <http://www.clima.angra.uac.pt>. (7 February 2013).

DE LA CRUZ A. 2012. Diagnóstico Turístico e de Sustentabilidade das Terras do Priolo. Carta Europeia de Turismo Sustentável. Available in [http://life-laurissilva.spea.pt/fotos/editor2/diagnostico\\_das Terras\\_do\\_priolo.pdf](http://life-laurissilva.spea.pt/fotos/editor2/diagnostico_das Terras_do_priolo.pdf) (17 May 2013).

DIAS E. 1996. Vegetação natural dos Açores. Ecologia e sintaxonomia das florestas naturais. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias, Angra do Heroísmo. Portugal. (português)

DIAS E, MENDES C. 2001. Ecologia e Vegetação das Turfeiras de *Sphagnum* spp. da ilha Terceira (Açores). Cadernos de botânica Volume 5. Herbario da Universidade dos Açores (AZU) Departamento de Ciências Agrárias, Angra do Heroísmo, Portugal. 126 pp. (português)

DIAS E, ELIAS R, NUNES V. 2004. Vegetation mapping and nature conservation: a case study in Terceira Island. *Biodiversity and Conservation* 13: 1519-1539.

DIAS E, PEREIRA D. 2005. Modelo Espacial da Distribuição das Florestas Naturais dos Açores – FLORESTAÇOR© Poster. 3.as Jornadas Florestais Insulares. (português)

DIAS E, ARAÚJO C, MENDES J, ELIAS R, MENDES C, MELO C. 2007. Espécies Florestais das Ilhas –Açores. In: Silva, J. Ed. “Árvores e Florestas de Portugal”. Volume 6, Açores e Madeira – A Floresta das Ilhas. Público, Comunicação Social SA, Fundação Luso Americana para o Desenvolvimento e Liga para a Protecção da Natureza. Portugal. pp 197-254. (português)

DIAS E, PEREIRA D, MEDEIROS V, MENDES J, ELIAS R. 2007. Distribuição das principais manchas florestais. In: Silva J (ed). Árvores e florestas de Portugal Vol. 6. Público, Comunicação Social SA/ Fundação Luso-Americana/ Liga para a Protecção da Natureza. Portugal. pp 299-322 (português)

DIAS E, ELIAS R, MELO C, MENDES C. 2007. O Elemento Insular na Estruturação das Florestas da Macaronésia. In: Silva J (ed). Árvores e Florestas de Portugal. Volume 6, Açores e Madeira – A Floresta das Ilhas. Público, Comunicação Social SA, Fundação Luso Americana para o Desenvolvimento e Liga para a Protecção da Natureza. Portugal. pp 15-48. (português)

DIAS E, ELIAS R, MELO C, MENDES C. 2007. Biologia e ecologia das florestas das ilhas - Açores. In: Silva J. Ed. “Árvores e Florestas de Portugal”. Volume 6, Açores e Madeira – A Floresta das Ilhas. Público, Comunicação Social SA, Fundação Luso Americana para o Desenvolvimento e Liga para a Protecção da Natureza. Portugal. pp 51-80. (português)

DIAS E. 2007. A chegada dos Portugueses às Ilhas – O antes e o Depois – Açores. In: Silva J. Ed. “Árvores e Florestas de Portugal”. Volume 6, Açores e Madeira – A Floresta das Ilhas. Público, Comunicação Social SA, Fundação Luso Americana para o Desenvolvimento e Liga para a Protecção da Natureza. Portugal. pp 135-164. (português)

DIAS E, MENDES C, MELO C, PEREIRA D. 2011. Projeto de elaboração de Carta de vegetação para ZPE Pico da Vara/projeto LIFE+Laurissilva Sustentável. Gabinete de Ecologia Vegetal e Aplicada. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo. Portugal. 47 pp. (português)

DRA. 2011. Plano de Gestão da região hidrográfica da ilha de São Miguel, caracterização e diagnóstico da situação de referência. Portugal. 718 pp. (português)

DROTRH. 2006. Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH. Ponta Delgada, Portugal. 91 pp. (português)

DRRF. 2005. Inventário Florestal da Ilha de São Miguel. Direcção Regional de Recursos Florestais. Secretaria Regional de Agricultura e Florestas dos Açores. (português)

ELIAS R, DIAS E. 2008. Ecologia das florestas de *Juniperus* dos Açores. Cadernos de botânica Volume 6. Herbario da Universidade dos Açores (AZU) Departamento de Ciências Agrárias, Angra do Heroísmo, Portugal. 145 pp (português)

FERNANDES A, FERNANDES R. 1983. Iconographia selecta Florae Azoricae. Fasc II. Secretaria regional dos Assuntos Culturais. Região Autónoma dos Açores. Portugal: 275-280 pp. (português)

FERREIRA C, CARVALHO J, BAPTISTA M. 2005. Instruções para o trabalho de campo do inventario Florestal Nacional – IFN 2005/2006. Autoridade Florestal Nacional. Portugal. 62 pp. (português)

FORJAZ V. 1984. São Miguel volcanostratigraphic sketch. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, Portugal 1 pp. (português)

FORJAZ V. 2004. Atlas básico dos Açores. Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores. Ponta Delgada, Portugal. (português)

FRANÇA Z, CRUZ J, NUNES J, FORJAZ V. 2003. Geologia dos Açores: uma perspectiva actual. Açoreana 10. 11-140 (português)

FRUCTUOSO G. 1978. Livro sexto das saudades da terra (1589) . Instituto Cultural de Ponta Delgada. Ponta Delgada. Portugal. (português)

FRUCTUOSO G. 1981. Livro quarto das saudades da terra (1589) Vol. II. Instituto Cultural de Ponta Delgada. Ponta Delgada. Portugal. (português)

FRUCTUOSO G. 1987. Livro quarto das saudades da terra (1589) Vol. III. Instituto Cultural de Ponta Delgada. Ponta Delgada. Portugal. (português)

GASTON K, FULLER R. 2008. Commonness, population depletion and conservation biology. Trends in Ecology & Evolution Volume 23: 14-19

GIL A. 2005. Plano de Gestão da Zona de Protecção Especial do pico da Vara/Ribeira do Guilherme. Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves. Lisboa, Portugal. 101 pp. (português)

KIFFER DE FREITAS W, SAMPAIO L. 2012. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. Floresta e Ambiente 19 (4): 520-540. (português)

LAMPRECHT H. 1990. Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas, possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Rossdorf, República Federal da Alemanha.

MADEIRA J, BRUM DA SILVEIRA A, SERRALHEIRO A. 1998. Relatório sobre os escorregamentos provocados pelo sismo do Faial de 9 de Julho de 1998. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Laboratório de Tectonofísica e Tectónica experimental. Portugal. 6 pp. (português)

MADRUGADA J. 1995. Caracterização e génese do horizonte plácico em solos vulcânicos do arquipélago dos açores. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias. Angra do heroísmo. Portugal. (português)

MARTÍN J, ARECHAVALETA M, BORGES P, FARIA B. 2008. Top 100. Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la región europea biogeográfica de la Macaronesia. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. España. 500 pp.

MARTINS F. 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas: Ed. UNICAMP. Brasil. (português)

MATTEUCCI S, COLMA A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington: The General Secretariat of The Organization of American States; (Serie Biología – Monografía, n. 22).

MENDES C. 2011. A Dimensão Ecológica das Zonas Húmidas na Gestão e Conservação dos ZEC Terrestres dos Açores. Tese de Mestrado. Universidade dos Açores. Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo. Portugal. (portugués)

MOORE R. 1991. Geologic map of São Miguel, Azores. U.S. G. S. Misc. Invesr. Ser. Map I 2007, scale 1:50 000, 1 folha. U.S. Geological Survey, Denver. USA

RAMOS J. 1979. Selvicultura. Sección de Publicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid, España.

RICARDO R, MADEIRA M, MEDINA J, MONTEIRO MARQUES M, FURTADO A. 1977. Esboço Pedológico da Ilha de São Miguel (Açores). Anais do Instituto Superior de Agronomia. (portugués)

RIVAS-MARTÍNEZ S. 2008. Global Bioclimatics. (Clasificación Bioclimática de la Tierra) (Versión 01-12-2008). Available in [http://www.globalbioclimatics.org/book/bioc/global\\_bioclimatics-2008\\_00.htm](http://www.globalbioclimatics.org/book/bioc/global_bioclimatics-2008_00.htm). (17 April 2013)

RUMEU B, CAUJAPÉ-CASTELLS J, BLANCO-PASTOR JL, JAEÑ-MOLINA R, NOGALES M, ELIAS R, VARGAS P. 2011. The Colonization History of *Juniperus brevifolia* (Cupressaceae) in the Azores Islands. PLoS ONE 6(11): e27697. doi:10.1371/journal.pone.0027697

SARMIENTO J, MANRIQUE E. 1997. Aplicación del entorno Windows a los cálculos del sistema fitoclimático de J.L.Allué. I Congreso Forestal Hispano-Luso. Tomo II: 121-126.

SCHÜTZ J. 1990. Sylviculture 1. Principes d'éducation des forêts. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne, Francia.

SERRADA R. 2008, Apuntes de la asignatura de repoblaciones y Selvicultura de la EUIT Forestal, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 502pp

SILVA L, OJEDA E, RODRÍGUEZ J. 2008. Flora y Fauna Terrestre Invasora en la Macaronesia. TOP 100 en Azores, Madeira y Canarias. ARENA, Ponta Delgada, Portugal. 546 pp. (portugués)

SJÖGREN E. 1973. Recent changes in the vascular Flora and vegetation of the Azores Islands. Memorias da Sociedade Broteriana 22: 1-453.

THOMAS P. 2011. *Juniperus brevifolia*. Available in: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). (17 June 2013)

ZBYSZEWSKI G. D'ALMEIDA F, FERREIRA O, ASSUNÇÃO C. 1958. Carta Geológica de Portugal na escala 1:50.000. Notícia explicativa da folha B da Ilha de São Miguel (Açores). Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa, Portugal 37 pp (português)

#### Referencias web

<http://parquesnaturais.azores.gov.pt>

<http://www.iucnredlist.org/>

<http://www.azores.gov.pt>

<http://www.icnf.pt/portal>

<http://www.spea.pt>

<http://europa.eu>

<http://www.igeo.pt>

<http://www.gobiernodecanarias.org/>

Legislación consultada

Decreto Legislativo regional nº 15/87/A. Regime jurídico das reservas florestais.

Decreto Legislativo regional nº 16/89/A. Reservas florestais de recreio.

Decreto Regulamentar Regional nº 27/2000/A.

Decreto Legislativo regional nº 55/2006/A. Criação da reserva Florestal de Recreio da Fajã do Rodrigo.

Decreto Legislativo regional nº 3/2001/A Criação da reserva florestal de Água Retorta.

Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A Regime jurídico da conservação da natureza e da proteção da biodiversidade. Transpõe para o ordenamento jurídico regional a Diretiva n.º 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de maio de 1992, relativa à preservação dos *habitats* naturais e da fauna e da flora selvagens, e a Diretiva n.º 2009/147/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de novembro de 2009, relativa à conservação das aves selvagens.

Decreto Regulamentar Regional n.º 19/2008/A Cria a reserva integral de caça designada Planalto dos Graminhais», na ilha de São Miguel

Decreto Regulamentar Regional n.o 17/2000/A

Decreto Legislativo Regional n.º 19/2008/A Parque Natural da Ilha de São Miguel

Decreto Legislativo Regional n.o 20/2006/A Plano Sectorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores



## **CAPITULO VIII: APÉNDICE**





## APÉNDICE I. ESTUDIO DEL CEDRO DO MATO EN LAS TURBERAS DEL PLANALTO DOS GRAMINHAIS

### Introducción

En zonas altas, la especie *Juniperus brevifolia* asume un papel importante en las formaciones vegetales, siendo la única capaz de formar manchas dominantes en áreas de altitud. El Planalto dos Graminiais es un área en donde las formaciones de la especie compiten con las turberas. Se encuentran definidas 71,5 hectáreas de turbera de cobertura en avanzado proceso de degradación causado por el intenso pastoreo. Desde 2009 se llevan a cabo acciones para recuperar su estado natural.

EL carácter pionero de la especie le proporciona la capacidad de recolonizar áreas que han sufrido alguna perturbación o han sido alteradas por el hombre.

La distribución actual que la especie presenta en la turbera es reducida, sin embargo de la observación en campo destacamos: una mancha de 3,5 hectáreas de bosque de cedro junto a *Laurus azorica* e *Ilex azorica* en el estrato arbóreo; y grupos de individuos situados principalmente en los muros de separación de la división de parcelas y junto a los bosques de galería de *Cryptomeria japonica*.

La presencia de esta vegetación nos llevo a interpretar que el pasado la distribución de la especie en el área podría haber sido más elevada.

Este hecho nos llevo a considerar la importancia de *Juniperus brevifolia* en este tipo de hábitat y si de modo algún podrá ser considerado un indicador de la re-naturalización del área, razón por la cual se decidió realizar un análisis más profundo sobre su distribución, densidad y dasometría.

Aprovechando los trabajos de recuperación realizados en el 2012, se ejecutó un inventario pie a pie de la especie.

### Metodología

En primer lugar se dividió el área en pequeñas parcelas utilizando los antiguos caminos como líneas de separación. Cada parcela se recorrió por 2 o más personas (hasta un máximo de 4) en zigzag con el fin de cubrir toda la superficie de la subparcela. A continuación y desde el punto de partida, cada persona se colocaba en paralelo con el resto y separados entre sí en función del ancho de la subparcela. Se definió una metodología simple que consistía en caminar todo el equipo al mismo tiempo para facilitar la comunicación entre el mismo y así evitar repetir ejemplares en las zonas de solape.

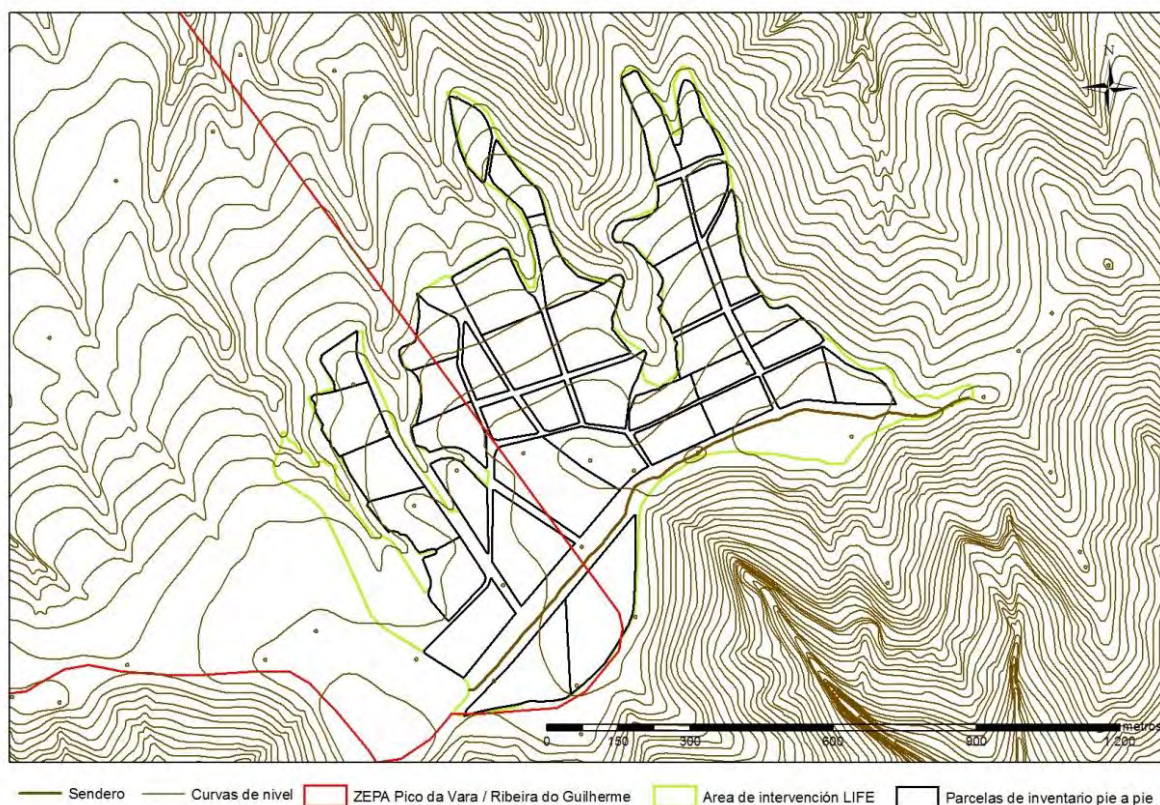


Figura 84 Representación de los límites de las parcelas para la realización del inventario pie a pie

Una vez localizado un ejemplar se procedía a su clasificación según su porte (mata rastrera, arbustivo y arbóreo) y se rellenaba la ficha de campo con datos de altura, perímetro en la base, fructificación y regeneración.

La altura y el perímetro en la base solo se tomaron en los individuos de porte arbustivo y arbóreo. La fructificación se refiere a si el individuo en el momento del inventario presentaba fruto o no. Y por último, para la regeneración se contaron las plántulas en un radio de 5 metros alrededor del pie principal. Todos los ejemplares encontrados se georeferenciaron utilizando navegadores GPS, de forma que se obtuvieron las coordenadas UTM de su posición.

### Resultados

De acuerdo con los datos recogidos se creó el mapa de distribución utilizando los SIG. La principal dificultad que se encontró en este trabajo pasó por diferenciar los diferentes portes que la especie adopta. Con base en el conocimiento de la especie se decidió clasificar los ejemplares encontrados por alturas en individuos arbóreos (ejemplares de más de 1,5 metros de altura); arbustivos (ejemplares con menos de 1,5 metros de altura y un diámetro en la base del tronco mayor a 5 centímetros) y matas rastreas (ejemplares cuyo desarrollo es paralelo al suelo).



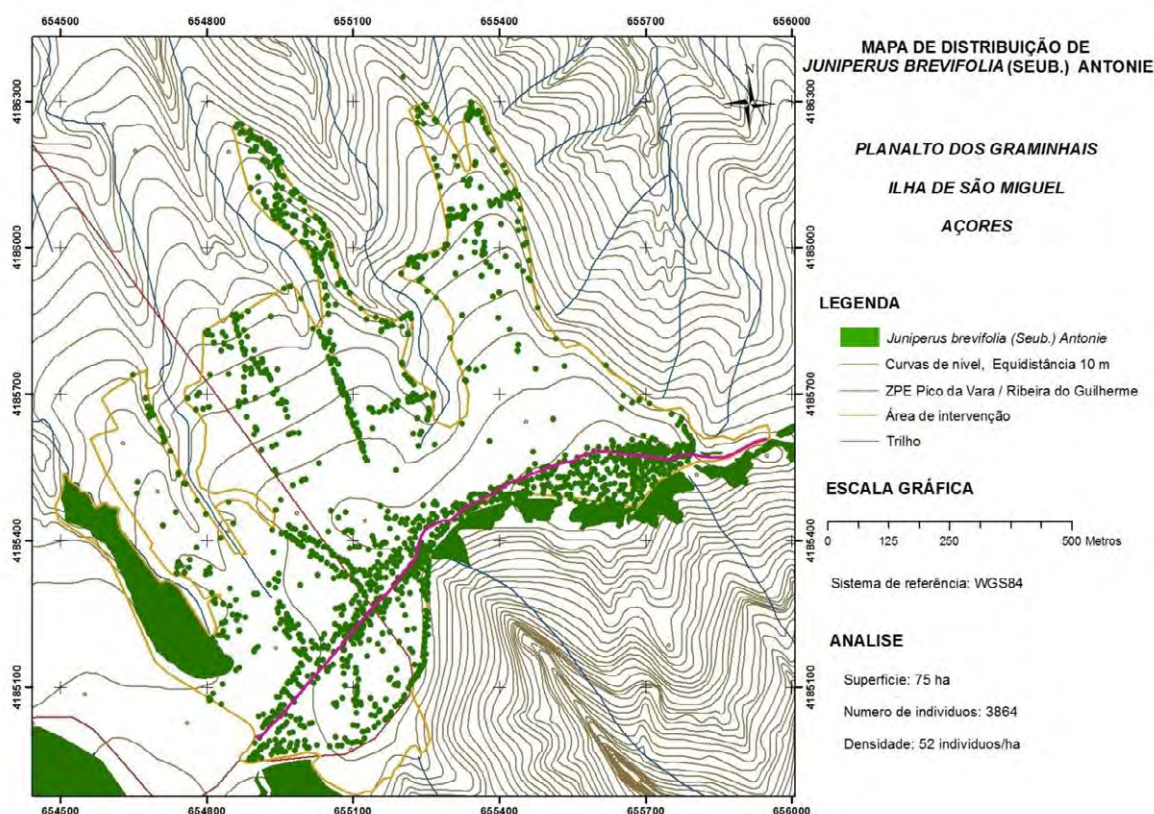


Figura 85 Mapa de distribución de *Juniperus brevifolia* en las turberas del Planalto dos Graminhais

Los resultados del inventario se muestran en la figura 67. Se observa como los ejemplares se distribuyen en las proximidades de los bosques de galería de *Cryptomeria japonica* y en los muros divisorios de parcelas. La mayor concentración de individuos se localiza alrededor del sendero.

En total se registraron 1674 puntos de localización, correspondiéndole a cada punto al menos un individuo. En cada punto se realizó el conteo de individuos de menor dimensión en un radio de 5 metros. De los 1674 puntos de localización, 756 (el 45 % del total de puntos) presentaron más de un individuo. El resultado de este conteo es de 2190 individuos, que sumados a los 1674 se obtiene una densidad total de 3864 ejemplares en toda el área. De los 1674 puntos, 210 puntos presentaban fruto (el 12,5 % del total de puntos) perteneciendo su mayoría a individuos arbustivos.

Se localizaron 120 pies arbóreos, repartidos por toda el área y situado principalmente junto a los bosques de galería. El intervalo de diámetros va desde los 5 centímetros hasta los 76 centímetros. La altura media es del orden de 2 metros, con un máximo de 3,5 metros.

Con la intención de estimar la relación entre el diámetro y la altura, se llevó a cabo un ajuste de regresión (figura 86).

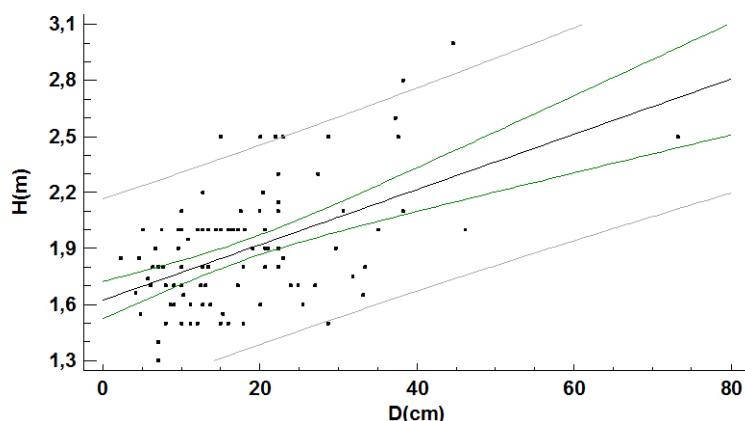


Figura 86 Modelo de regresión Diámetro – Altura de los individuos arbóreos

El modelo que mejor se ajusta es el modelo lineal siendo su ecuación  $H(m) = 1,62424 + 0,0147943 \cdot D(cm)$ , existiendo una relación estadísticamente significativa entre las dos variables (diámetro – altura) con un nivel de confianza del 95 % (valor de  $P < 0,05$ ). El coeficiente de correlación es de 0,52 lo que supone que la relación es moderada entre las variables.

El modelo lineal muestra que existe una relación directa entre las variables. Así, se observa que la pendiente de la recta crece lentamente con un valor de 0,015 cm de diámetro.

### Conclusiones

La distribución de la especie en el Planalto dos Graminhais es preocupante puesto dados los valores tan bajos de densidad que presenta actualmente (52 individuos/ha.)

El 12,5% de los puntos de muestreo presentaban al menos un individuo con fruto. Este porcentaje de individuos puede resultar alarmante teniendo en cuenta la extensión del área.

El ajuste de regresión lineal para la especie en esta área nos muestra como el crecimiento en altura y grosor es contante a lo largo del tiempo, siendo la ecuación que mejor se ajusta:

$$H(m) = 1,62424 + 0,0147943 \cdot D(cm)$$

## **CAPÍTULO IX: ANEXOS**



## ANEXO I. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

### I.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

*Juniperus brevifolia* (Seub.) Antonie, es conocido comúnmente como “Cedro do mato” cuando se refiere a las poblaciones de montaña y/o “Zimbro” cuando nos referimos a las poblaciones de costa o de media/baja altitud. Sin embargo, el nombre común de Zimbro no solo es utilizado para reconocer a esta especie, en Portugal continental esta denominación se utiliza para identificar a las especies del genero *Juniperus* spp.

Especie Dioica. Arbusto compacto, erecto o postrado o árbol pequeño de 5 ó 6 metros de talla, de tronco recto o frecuentemente tortuoso o curvo, hasta 50 cm de diámetro. Ramas más o menos patentes, ramillos cortos, de a tres, en ángulo obtuso, los más jóvenes son alados de color castaño-rojizo, densamente foliosos.

Hojas verticiladas, en grupos de tres, alternos, linear-lanceoladas o oblongas o ovado-oblongas, ligeramente estrechas y truncadas en la base, anchas en la parte central atenuándose hasta el ápice, planas, un poco cóncavas en el haz, con dos bandas estomáticas glauco-blanquecinas en el envés, acuminadas, nerviación verde, no alcanzando el ápice, cada banda estomática es generalmente más ancha que las bandas verdes marginales, margen entero, rígidas, curvadas en la base, erectas o erectopatentes, más o menos juntas o imbricadas.

Estróbilos masculinos axilares, solitarios, ovoides u oblongos, obtusos, iguales o más cortos que la bráctea, sésiles.

Estróbilos femeninos laterales, solitarios en el extremo de pedúnculos muy cortos y cubierto de brácteas muy pequeñas, ovado-triangulares, imbricadas.

Gálbulos globosos, verdes y pruinosos cuando son jóvenes, castaño-rojizos oscuros y brillantes en la madurez, con 4 escamas un poco separadas en la parte superior. Semillas 3, raramente 2, agudas, libres.

### I.2 USOS Y APROVECHAMIENTOS

Los bosques de esta especie han sido de los más aprovechados desde la llegada de los primeros pobladores a las islas. Sus usos y aprovechamientos eran múltiples, su madera era utilizada principalmente para fabricar carbón vegetal y en la construcción civil. En el presente, su madera no se aprovecha debido a la escasez de ejemplares y formaciones en todo el archipiélago. Solo quedan algunos vestigios como por ejemplo la ermita de Santa Bárbara situada en el concejo Povoação cuya construcción data del siglo XV, y en la actualidad se encuentra en estado de abandono. No en vano sus vigas y cubierta de madera de cedro do mato resisten al deterioro, valor reconocido y muy apreciado por la población de la zona.



Además, la población local utilizaba su madera para fabricar calzado tradicional conocido como “galochas”. Eran utilizadas por la alta sociedad de la época en eventos importantes.

Otros usos secundarios fueron la construcción de barricas para tomar medidas, la artesanía y la elaboración de tallas religiosas.

### I.3 COROLOGÍA DE LA ESPECIE

Actualmente esta especie se distribuye por todas las islas de Azores excepto la isla de Graciosa. Sin embargo, un análisis más detallado de distribución por isla nos revela que en la isla de Santa María, la especie está al borde de la extinción.

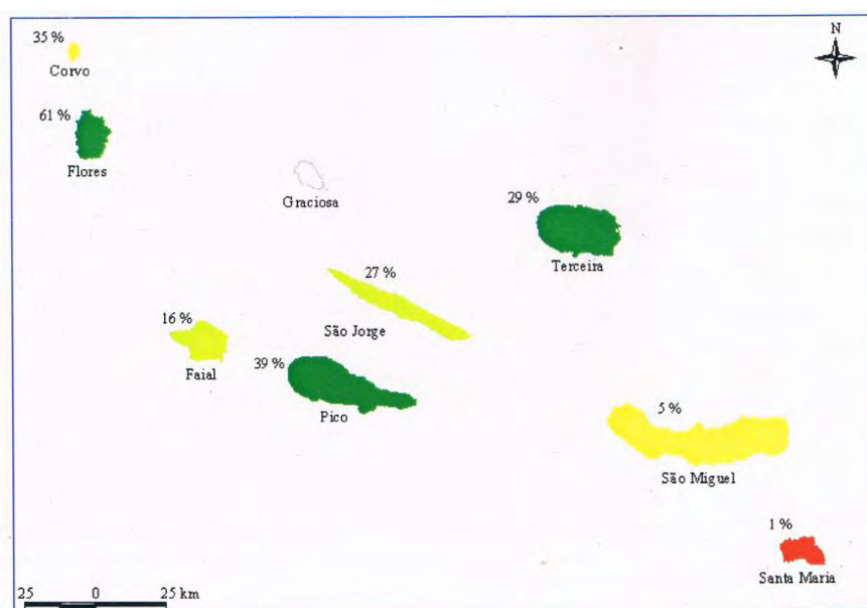


Figura 87 Mapa de distribución de *Juniperus brevifolia* en las islas Azores. Fuente: Cadernos de Botânica 6, Ecologia das Florestas de *Juniperus* dos Açores.

Los valores que aparecen en la figura 5 se refieren al porcentaje al área de presencia relativa respecto a la superficie total de cada isla. Los diferentes colores indican el estado de conservación: en peligro crítico de extinción (rojo), en peligro de extinción (amarillo), vulnerable (verde claro) y casi amenazada (verde oscuro).

En la isla de Flores Pico y Terceira, su distribución aparenta ser la mejor de entre todas.

### I.4 OTROS ASPECTOS SOBRE LA ECOLOGÍA DE LA ESPECIE

*Juniperus brevifolia* es una especie que posee una amplia valencia ecológica, posibilitando su aparición en entornos con condiciones ambientales muy diferentes.

Tiene un papel dominante en las formaciones de montaña, especialmente en condiciones de elevado encharcamiento del sustrato y fuerte exposición a los vientos.

Se trata de una especie pionera, de temperamento robusto. Su regeneración está condicionada a la apertura de claros en la masa, lo que implica que el aumento de sombra en la fases de regeneración es la responsable de la disminución o desaparición de la regeneración de la especie (Elias e Dias, 2008)

#### Condiciones ambientales limitantes:

En lo que respecta a las condiciones ambientales, la distribución geográfica de la especie en las islas Azores está limitada a los 1500 metros de altitud, hecho que puede observarse en la isla de Pico, y que según Elias e Dias (2008) probablemente se debe a las bajas temperaturas asociadas a las frecuentes nevadas que se dan principalmente entre los meses de Enero y Febrero limitando así la presencia de la especie.

Entre los 1100 y 1500 metros de altitud, el aumento de la exposición a los vientos y la disminución de la temperatura, juntamente con la escasez de nutrientes asociada a la elevada precipitación y bajo pH con valores alrededor de 4,5, pueden ser los factores limitantes que originan la escasa abundancia de la especie.

Por debajo de los 1100 metros la especie puede aparecer hasta el nivel del mar. Como se ha mencionado anteriormente, es una especie que domina las poblaciones de montaña, según descendemos de cota, aumenta la presencia de otras especies arbóreas y por tanto la competencia entre ellas. En estos ambientes *Juniperus brevifolia* pierde su carácter dominante y pasa a formar parte del cortejo en las comunidades de media y baja altitud.

#### Variedad morfológica:

La elevada variabilidad morfológica de *Juniperus brevifolia* es indicadora de su grado de adaptación a las condiciones y recursos ambientales del archipiélago de las Azores.

Las poblaciones costeras muestran caracteres xerófilos, como resultado de las altas temperaturas y escasa precipitación de las zonas costeras.

Las poblaciones de montaña presentan individuos de pequeñas dimensiones, postrados, con hojas mas esclerófilas, oscuras, erectopatentes y con una elevada sobre-exposición, posiblemente causada por la alta exposición a los vientos y precipitación, bajas temperaturas y déficit de nutrientes.

Las características morfológicas de las poblaciones de media altitud son claramente mesófilas. Las condiciones ambientales se muestran propicias para su desarrollo y buena disponibilidad de recursos. Las poblaciones aquí presentes

presentan individuos de mayores dimensiones (entre 6 y 10 metros), con porte arbóreo, fustes rectos y copas bien conformadas (Elias e Dias, 2008)

Otro aspecto que caracteriza a la especie es la presencia de comunidades de briófitos, muchos de ellos endémicos, que cubren los troncos y ramas. Estas comunidades se localizan en ejemplares de zonas de elevada altitud, bajo un clima muy agresivo, de elevadas precipitaciones, constantes nieblas y vientos muy fuertes.

Por el contrario, concretamente en las vertientes más húmedas y menos expuestas a los intensos vientos es frecuente encontrar epífitas cubriendo las hojas, troncos y ramas de árboles, e incluso en lugares más umbríos sobre las frondes de helechos. Sobre *Juniperus brevifolia* encontramos *Hymenophyllum tunbrigense*, *Elaphoglossum semicylindricum* y *Arceuthobium azoricum* entre los más destacados. Este último se trata de un parasito, endémico de las Azores conocido como espigo do cedro, aparece sobre individuos situados por encima de los 600 metros de altitud, en las islas de Terceira, São Jorge, Pico y Faial (y São Miguel, a pesar de no haber sido publicado los registros de su distribución en isla).

Estos pequeños organismos, por su sensibilidad a cualquier alteración del medio que les rodea son excelentes bioindicadores de calidad ambiental, principalmente en lo que se refiere a calidad del aire. En el caso de las plantas epífitas, su sensibilidad ambiental asociada a la elevada frecuencia en los bosques húmedos de las islas Azores, son óptimos indicadores del elevado índice de naturalidad que presentan (Dias *et al*, 2008)

### **1.5 ESTADO DE CONSERVACIÓN / FIGURAS DE PROTECCIÓN**

La disminución y desaparición de la especie puede llegar a tener consecuencias graves en los ecosistemas naturales azorianos, viéndose afectada la calidad y cantidad de su flora y fauna.

Por esta razón, en la actualidad, esta especie y las comunidades dominadas por ella son protegidas a nivel nacional e internacional. Sin embargo, aun hay mucho por hacer a nivel de conservación y restauración de los bosques de *Juniperus brevifolia*. Un primer paso pasa por la creación de figuras de protección por parte de las autoridades nacionales y /o internacionales de forma que se garantice la protección de las poblaciones ya existentes y la restauración de las zonas degradadas.

A nivel internacional, la especie está incluida en la lista roja de especies amenazadas de la UICN siendo catalogada como especie vulnerable. Según el sumario que la UICN realiza de la especie, se prevé una tendencia negativa de disminución de sus poblaciones.

En la directiva Habitat (EUR28) se encuentran varios tipos de hábitats donde *Juniperus brevifolia* se encuentra incluido en el listado de especies que los forman.

En el manual de interpretación de la directiva Habitat (EUR28), aparecen:

- 4050 -Brezales macaronésicos endémicos (\*)
- 4060 -Brezales alpinos y boreales
- 9360 Laurisilvas Macaronésicas (\*)
- 9560 Bosques endémicos de *Juniperus* spp.
- 91D0 Turberas de cubierta arbórea (\*)

Los marcados con asteriscos son hábitats prioritarios. De entre todos ellos se destaca los bosques endémicos de *Juniperus* spp.(9560) por ser aquellos caracterizados por la presencia de formaciones arbóreas de media altitud dominadas por *Juniperus brevifolia* (subtipo 42.A8). En ellos no están incluidas las formaciones de matorral. En el resto de hábitats, *Juniperus brevifolia* solo forma parte del listado de especies que caracterizan a dicho hábitat, a diferencia de los bosques endémicos de *Juniperus* spp, aquí tiene un carácter secundario en la composición florística.

Además se incluye en el anexo del Convenio de Berna como especie endémica de la familia Cupresacea en la región macaronésica.

A nivel de la región Macaronésica está incluida en la lista de las 100 especies amenazadas, prioritarias de gestión en la región biogeográfica de la Macaronésia. Esta clasificación se realizó bajo el marco del proyecto europeo INTERREG III-B BIONATURA y el apoyo de las entidades regionales: Dirección General del Medio Natural, representado al Gobierno de Canarias; ARENA, representando al Governo Regional dos Açores; y la Direcção Regional do Ambiente, en representación del Governo Regional da Madeira. Este proyecto surgió de la necesidad de definir prioridades en términos de acciones de conservación basadas en criterios lo más claros y objetivos posibles. En la tabla 2.1 se observan los criterios, sub-criterios, puntuación (escala de 1 a 4) y concepto de los mismos definidos para la especie. Estos criterios de priorización colocan a la especie en la lista “Top 100” y su evaluación aporta un análisis sobre la importancia del taxón en la región macaronésica.

Tabla 69 Criterios adoptados por la lista de los 100 taxones prioritarios de gestión en el archipiélago de Azores para la *Juniperus brevifolia*. Fuente: Top 100. Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la región europea biogeográfica de la Macaronesia. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación territorial, Gobierno de Canarias.

Criterio	Sub-criterio		Ptos	Definición
PRIORIDAD EN TÉRMINOS DE PROTECCIÓN	Valor ecológico	1.1 Contribución del taxón en las interacciones ecológicas	4	Taxón clave o estructurante
	Singularidad	2.1 Rareza distribucional	2	Especie endémica de dos o más islas de la Macaronesia
		2.2 Rareza poblacional	1	Taxón con más de 1000 ejemplares maduros (reproductores)
		2.3 Singularidad genética	1	Taxón que pertenece a un género de más de cuatro especies.
	Responsabilidad de tutela	3.1 Ocurrencia	4	Taxón endémico de la Macaronesia
		3.2 Declive	2	Taxón cuyo declive ha sido, al menos, del 25% en 10 años o 3 generaciones, o que contando con un área de ocupación inferior a 3 Km <sup>2</sup> , ha demostrado un declive en los últimos 10 años o 3 generaciones.
	Valor social	4.1 Valor social del taxón	3	Taxón de alto valor social para la comunidad, el menos en una de las islas de la Macaronesia.
PRIORIDAD EN FUNCIÓN DE LAS POSIBILIDADES DE GESTIÓN	Amenazas	1.1 Conocimiento de la amenaza	4	Se conoce el factor de amenaza y cuál es su importancia relativa.
		1.2 Capacidad de control de la amenaza	3	La capacidad de controlar o eliminar el factor de amenaza es media.
	Sinergias extrínsecas	2.1 Medios de financiación y costes (no incluidos los de monitoreo)	2	Controlar la amenaza requiere un compromiso financiero a largo plazo.
		2.2 Apoyo de la comunidad para el desarrollo de acciones eficaces de recuperación	3	Hay suficiente apoyo de la comunidad para que esta colabore con la administración en las actividades de recuperación.
		2.3 Protección territorial	3	El 50% de la población está dentro de áreas protegidas.
	Biología	3.1 Potencial biológico de recuperación de la especie en un tiempo determinado, en el supuesto de que las amenazas se controlen	2	La especie tiene capacidad para duplicar su población o generar capacidades desconocidas en menos de 10 años.

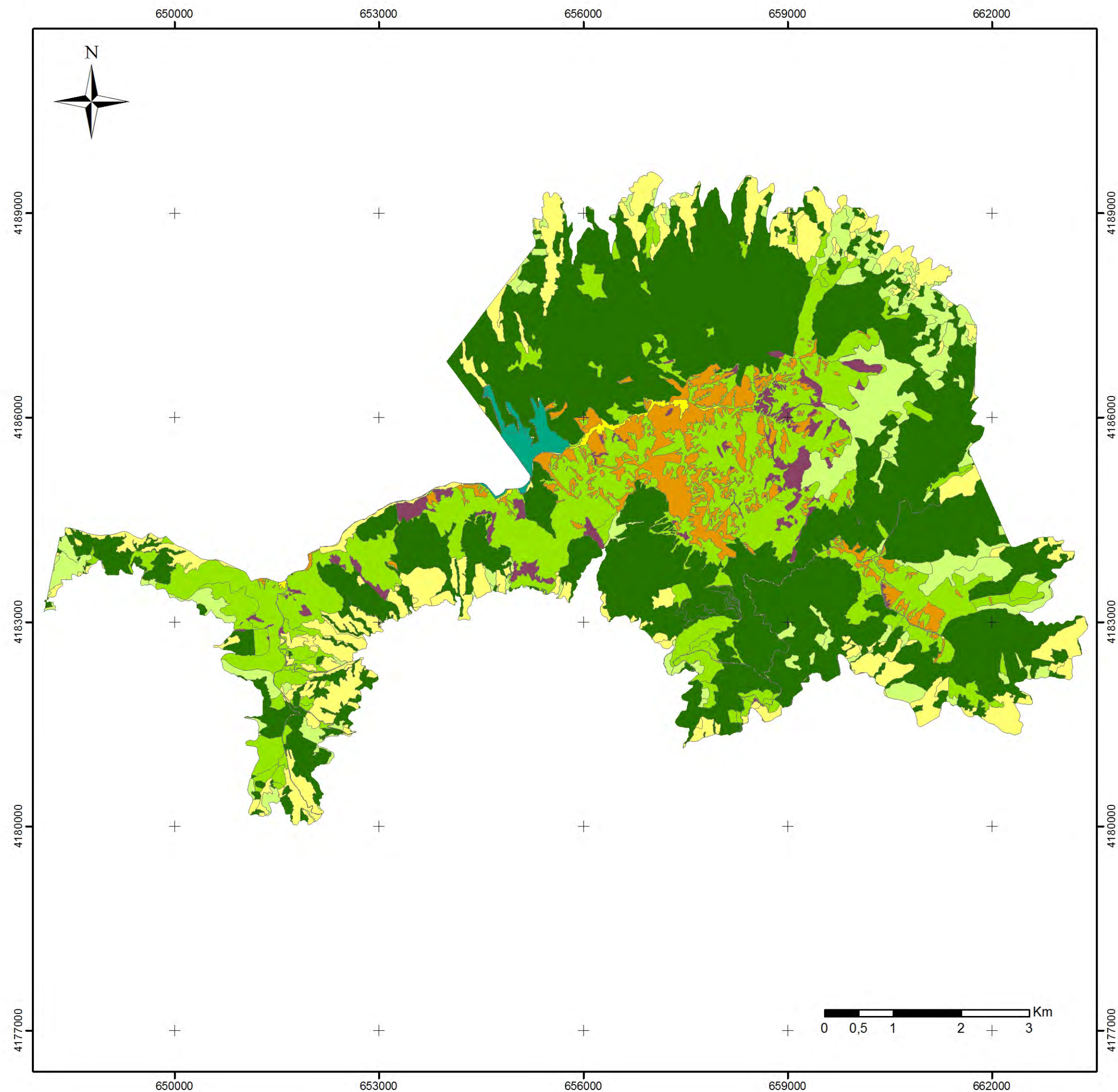
**ANEXO II. MAPAS**



**II.1 SUPERFICIE FORESTAL DE LA ZEPA PICO DA VARA/RIBEIRA  
DO GUILHERME**







# ***Superficie Forestal de la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme***

## **Leyenda**

- Forestal, arbolado, no producción, especies nativas
- Forestal, arbolado, no producción, especies exóticas
- Forestal, arbolado, de producción
- Forestal, raso, prados de alta montaña
- Forestal, raso, matorral
- Forestal, raso, exóticas
- Forestal, raso, turberas
- Inforestal

## **Autor / Fecha**

Lourdes Pérez Peñil      Enero 2014

**Escala**    1:57.000

Sistema de referencia: WGS84

Sistema de Coordenadas: proyección UTM

Huso 26 N

## **Fuentes**

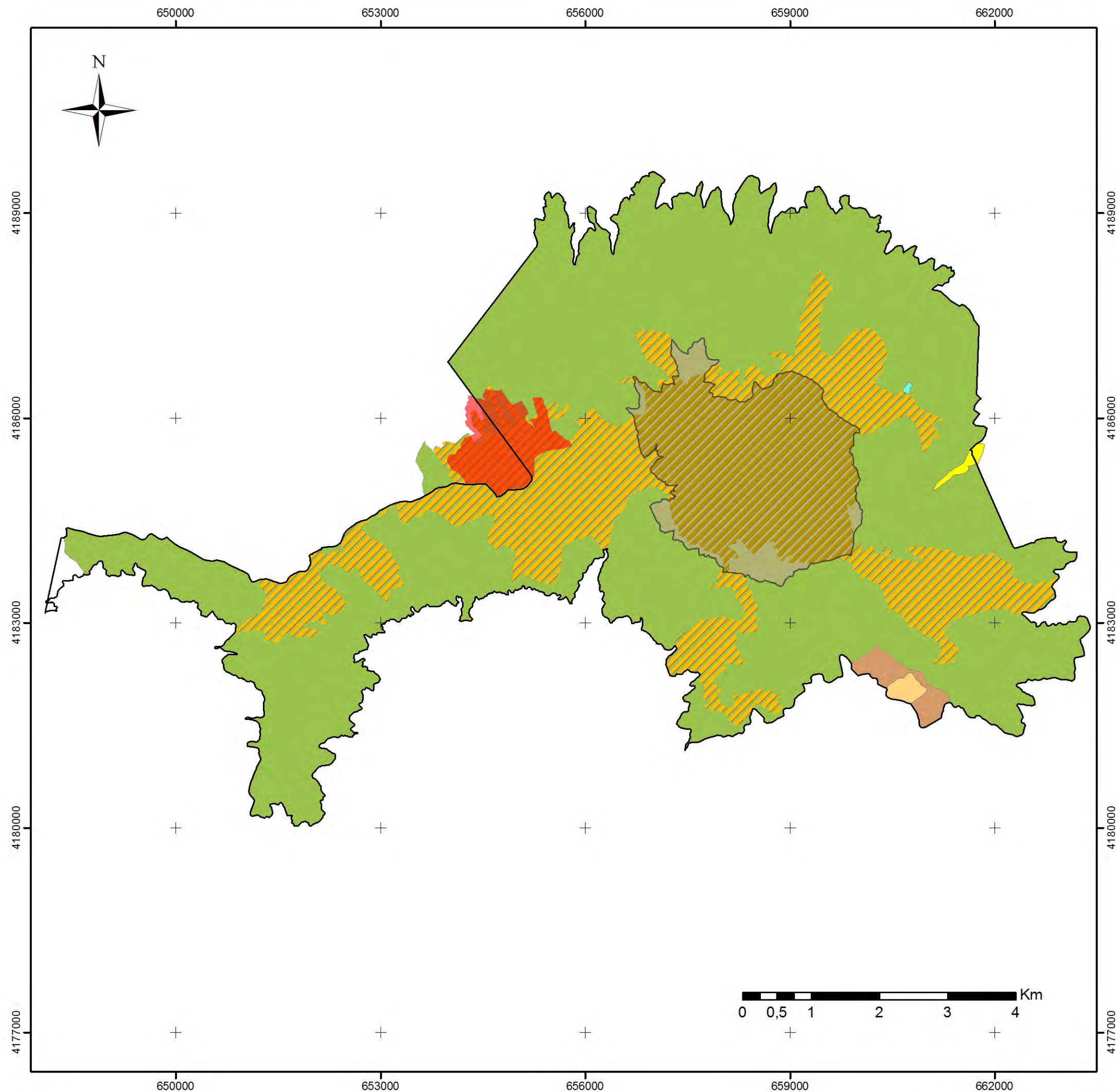
Secretaria Regional dos Recursos Naturais

Sociedade Portuguesa para o estudo das Aves

## **II.2 ÁREAS PROTEGIDAS INCLUIDAS EN LA ZEPA PICO DA VARA/RIBEIRA DO GUILHERME**







# **Áreas protegidas incluídas en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme**

## **Leyenda**

- ZEPA Pico da Vara/Ribeira do Guilherme
- LIC Tronqueira/Planalto dos Graminhais
- Área protegida para la gestión de los habitats o especies Tronqueira/Planalto dos Graminhais
- Reserva Natural Pico da Vara
- Reserva Integral de caça - Planalto dos Graminhais
- Reserva Parcial de caça
- Reserva Forestal recreo Cancela do Cinzeiro
- Reserva Forestal de recreo Agua Retorta
- Reserva Forestal de recreo Fajã do Rodrigo

## **Autor / Fecha**

Lourdes Pérez Peñil      Enero 2014

**Escala**    1:57.000

Sistema de referencia: WGS84

Sistema de Coordenadas: proyección UTM

Huso 26 N

## **Fuentes**

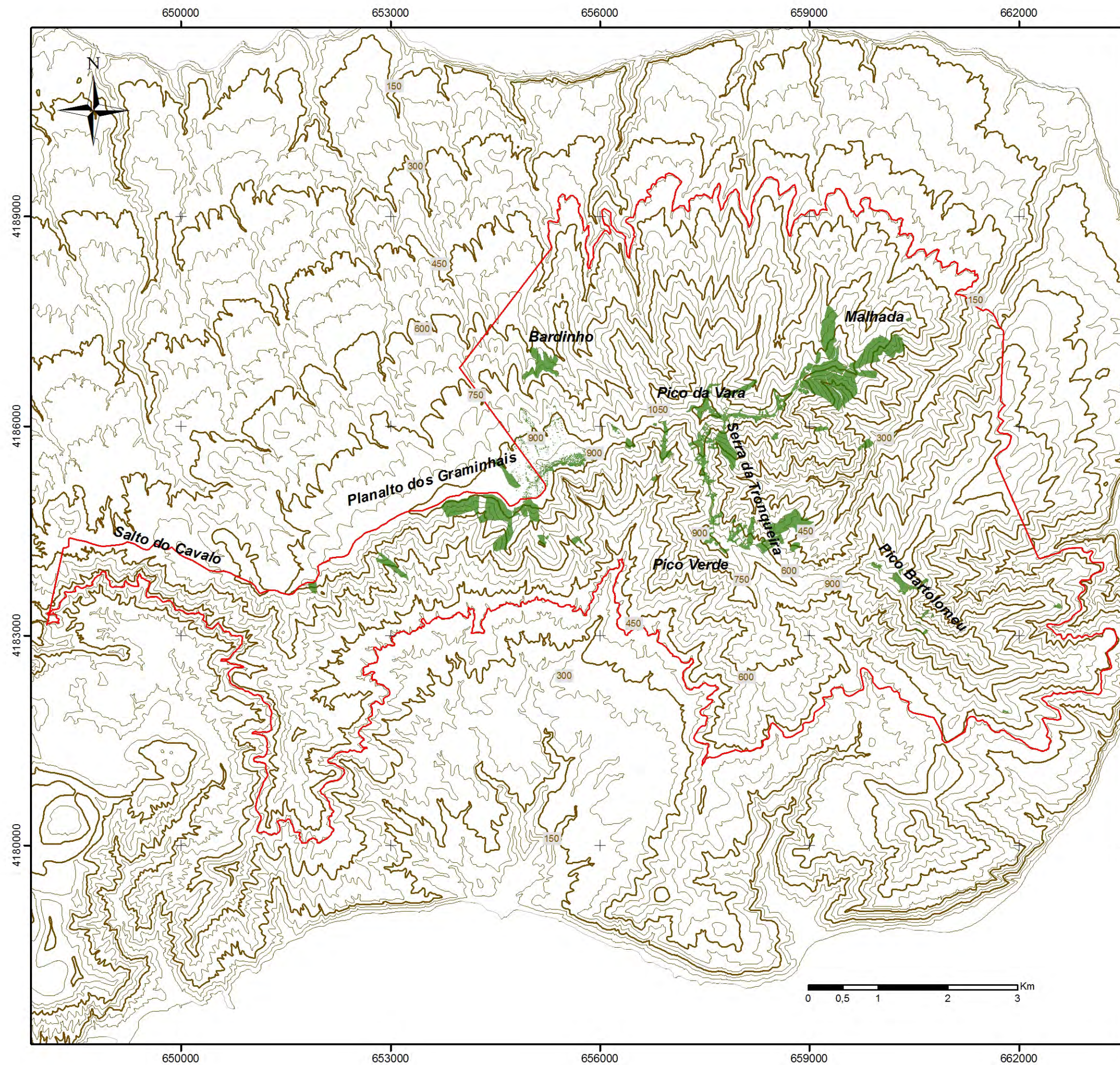
Secretaria Regional dos Recursos Naturais

Sociedade Portuguesa para o estudo das Aves

**II.3      MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE *JUNIPERUS BREVIFOLIA* EN LA  
ZEPA PICO DA VARA/RIBEIRA DO GUILHERME**







# **Mapa de distribución de *Juniperus brevifolia* en la ZEPA Pico da Vara / Ribeira do Guilherme**

## **Leyenda**

- ZEPA Pico da Vara/Ribeira do Guilherme
- Juniperus brevifolia* (Seub.) Antonie
- Curvas de nivel, equidistancia 50 metros
- Curvas directoras, equidistancia 150 metros

## **Autor / Fecha**

Lourdes Pérez Peñil      Enero 2014

**Escala**      1:55.000

Sistema de referencia: WGS84

Sistema de Coordenadas: proyección UTM

Huso 26 N

## **Fuentes**

Secretaria Regional dos Recursos Naturais

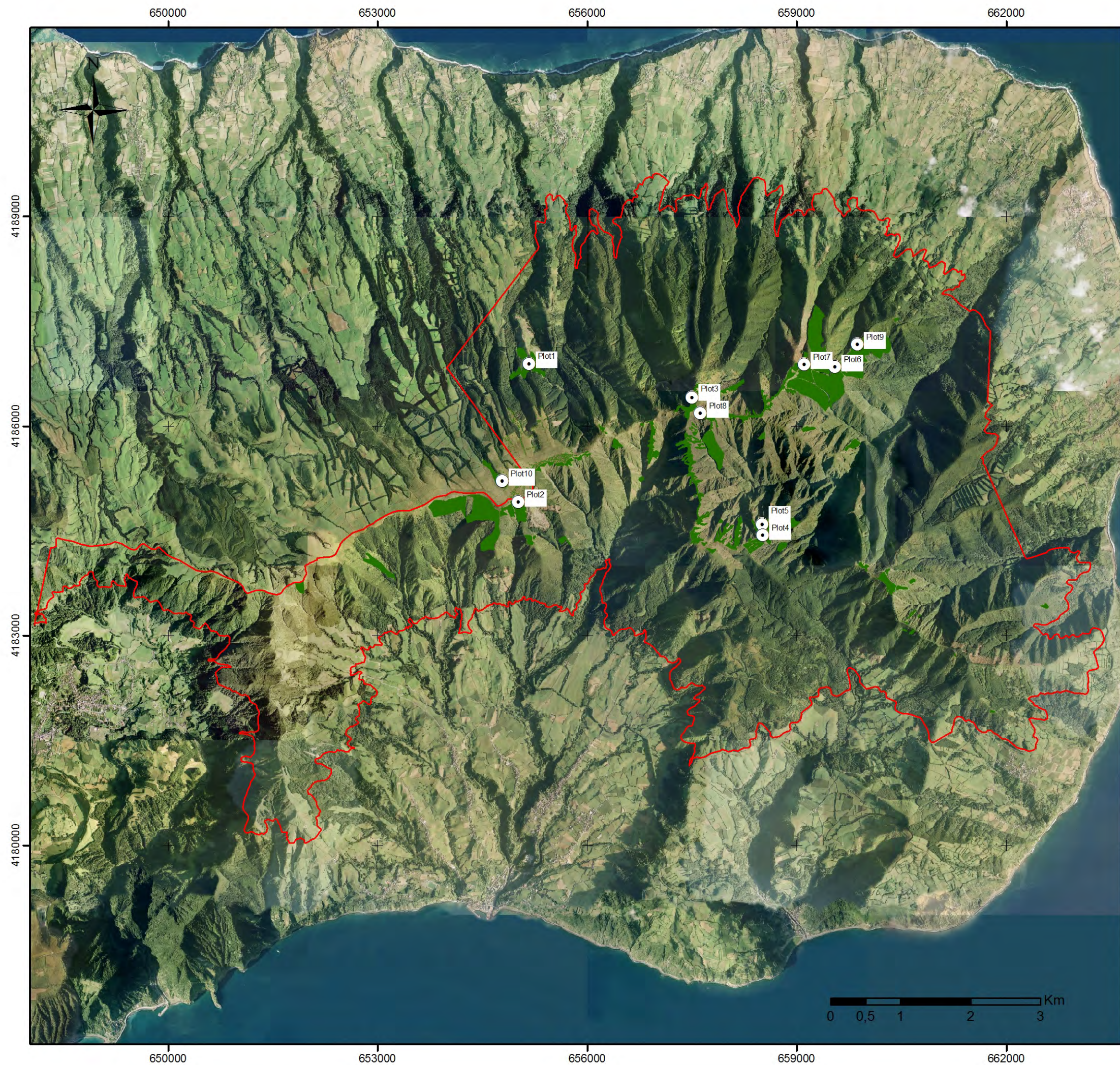
Sociedade Portuguesa para o estudo das Aves



## **II.4 LOCALIZACIÓN DE LAS PARCELAS EN LA ZEPA PICO DA VARA/RIBEIRA DO GUILHERME**







## Localización del las parcelas en la ZEPA Pico da Vara /Ribeira do Guilherme

### Leyenda

- ZEPA Pico da Vara/Ribeira do Guilherme
- Juniperus brevifolia (Seub.) Antonie
- Parcelas

Parcela	X	Y
Plot1	655173,242857	4186895,07811
Plot10	654783,928686	4185217,52607
Plot2	655012,882611	4184917,57794
Plot3	657503,796926	4186411,76066
Plot4	658516,578292	4184439,81619
Plot5	658508,227659	4184590,45741
Plot6	659551,22057	4186848,41759
Plot7	659109,618493	4186885,3586
Plot8	657625,073732	4186186,51397
Plot9	659873,04954	4187173,23853

### Autor / Fecha

Lourdes Pérez Peñil Enero 2014

### Escala 1:55.000

Sistema de referencia: WGS84

Sistema de Coordenadas: proyección UTM

Huso 26 N

### Fuentes

Secretaria Regional dos Recursos Naturais

Sociedade Portuguesa para o estudo das Aves







**ANEXO III. TABLAS****III.1 TABLAS DE PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA, RADIACIÓN SOLAR Y VELOCIDAD DEL VIENTO POR UNIDAD MUESTRAL**

Tabla 70 Valores de los factores ecológicos para Graminhais. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.

	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T (°C)	7,6	7,1	7,7	7,9	9,7	11,8	13,9	15,0	14,6	12,7	10,3	8,6
Pp (mm)	347,6	258,6	269,7	213,5	178,9	122,9	101,7	159,3	314,3	317,3	392,2	341,4
Rs (MJ/m2)	201,5	234,9	297,6	363,0	463,0	390,0	421,6	418,5	348,0	297,6	204,0	192,2
Vv (Km/h)	46,6	48,4	37,3	36,3	32,8	33,6	33,2	30,7	28,8	31,8	30,4	31,0

Tabla 71 Valores de los factores ecológicos para la zona de cumbre en las inmediaciones del Pico da Vara. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.

	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T (°C)	6,6	6,1	6,9	7,2	8,9	11,0	13,4	14,6	14,0	12,0	9,7	7,8
Pp (mm)	366,2	268,7	281,3	198,3	171,5	115,4	87,8	135,5	298,5	305,4	404,9	375,6
Rs (MJ/m2)	173,6	214,6	288,3	342,0	399,9	396,0	424,7	409,2	327,0	354,2	183,0	161,2
Vv (Km/h)	47,5	49,3	38,1	37,0	33,4	34,2	33,8	31,4	29,4	32,4	31,0	31,8

Tabla 72 Valores de los factores ecológicos para la zona de cumbre en las inmediaciones del Malhada. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.

	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T (°C)	8,2	7,9	8,3	8,8	10,2	12,5	14,8	16,0	15,4	13,5	11,0	9,4
Pp (mm)	339,6	239,2	255,1	183,1	167,0	107,0	86,6	132,0	289,2	281,7	383,2	323,8
Rs (MJ/m2)	294,5	313,2	353,4	363,0	378,2	357,0	390,6	412,3	381,0	353,4	297,0	291,4
Vv (Km/h)	45,2	47,0	36,2	35,3	31,7	32,6	32,2	29,9	28,0	30,9	29,5	30,3

Tabla 73 Valores de los factores ecológicos para la zona de la Serra da Tronqueira. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.

	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T (°C)	9,4	9,0	9,5	9,7	11,4	13,4	15,7	17,0	16,5	14,5	12,1	10,5
Pp (mm)	342,5	268,3	273,6	230,4	175,6	121,4	98,9	137,4	289,1	346,3	417,7	357,8
Rs (MJ/m2)	223,2	275,5	372,0	465,0	546,7	543,0	616,9	595,2	459,0	323,2	243,0	207,7
Vv (Km/h)	44,1	45,8	35,3	34,4	31,0	31,8	31,4	29,2	27,3	30,1	28,8	29,5

Tabla 74 Valores de los factores ecológicos para la zona de Malhada. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.

	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T (°C)	9,3	8,8	9,3	9,8	11,2	13,4	15,8	17,0	16,5	14,4	12,1	10,4
Pp (mm)	323,0	237,0	237,6	173,7	147,0	89,7	67,5	97,7	230,1	258,2	350,0	318,6
Rs (MJ/m2)	12,4	37,7	86,7	189,0	269,7	267,0	297,6	235,6	147,0	71,0	15,0	9,3
Vv (Km/h)	43,3	45,0	34,7	33,8	30,5	31,2	30,1	28,6	26,8	29,6	28,3	29,0

Tabla 75 Valores de los factores ecológicos para la zona de Bardinho. Datos obtenidos a partir del modelo CIELO.

	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T (°C)	9,5	9,0	9,6	9,8	11,4	13,5	15,7	16,9	16,3	14,4	12,4	10,7
Pp (mm)	377,3	289,6	276,1	222,0	179,4	118,1	88,2	137,5	317,7	345,2	421,8	384,0
Rs (MJ/m2)	52,7	89,9	145,7	252,0	310,0	315,0	341,0	294,5	216,0	142,6	57,0	52,7
Vv (Km/h)	43,4	45,0	34,7	33,8	30,5	31,2	31,0	26,7	26,7	29,6	28,3	29,0

### III.2 TABLAS DE LA CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN.

Tabla 76 Descripción de las teselas según el porte, dominancia, especies acompañantes e invasión.

ID	PORTE	DOM	SP1	SP2	SP3	SP4	INVASIÓN
1	Arbóreo	III	<i>Ilex azorica</i>	<i>Laurus azorica</i>	<i>Clethra arborea</i>		
2	Mixto	I	<i>Laurus azorica</i>	<i>Vaccinium cylandraceum</i>	<i>Erica azorica</i>	<i>Calluna vulgaris</i>	
3	Arbustivo	III	<i>Laurus azorica</i>	<i>Ilex azorica</i>			
4	Arbustivo	III	<i>Laurus azorica</i>	<i>Ilex azorica</i>			
5	Mixto	II	<i>Ilex azorica</i>	<i>Cryptomeria japonica</i>			
6	Arbóreo	I	<i>Laurus azorica</i>	<i>Erica azorica</i>	<i>Ilex azorica</i>	<i>Clethra arborea</i>	
7	Arbustivo	I	<i>Erica azorica</i>	<i>Ilex azorica</i>			
8	Arbustivo	II	<i>Clethra arborea</i>	<i>Laurus azorica</i>			invadida
9	Arbustivo	II	<i>Clethra arborea</i>				invadida
10	Arbóreo	III	<i>Ilex azorica</i>	<i>Laurus azorica</i>			
11	*	I	<i>Clethra arborea</i>	<i>Cryptomeria japonica</i>			
12	Mixto	II	<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Leontodon rigens</i>	<i>Holcus rigidus</i>	<i>V. cylandraceum</i>	
13	Arbustivo	II	<i>Clethra arborea</i>				invadida
14	Arbóreo	I	<i>Clethra arborea</i>	Helechos arbóreo			
15	Arbustivo	II	<i>Clethra arborea</i>				invadida
16	Arbustivo	II	<i>Clethra arborea</i>				invadida
17	Arbóreo	III					
18	Arbóreo	II	<i>Vaccinium cylandraceum</i>	<i>Clethra arborea</i>			
19	Arbóreo	II	<i>Ilex azorica</i>	<i>Morella faya</i>	<i>Vaccinium cylandraceum</i>	<i>Clethra arborea</i>	
20	Arbóreo	II	<i>Ilex azorica</i>	<i>Laurus azorica</i>	<i>Morella faya</i>		
21	Arbóreo	II	<i>Vaccinium cylandraceum</i>	<i>Laurus azorica</i>	<i>Erica azorica</i>	<i>Clethra arborea</i>	
22	Arbóreo	III	<i>Erica azorica</i>	<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Clethra arborea</i>		invadida
23	Arbóreo	III	<i>Erica azorica</i>				invadida
24	Arbóreo	II	<i>Ilex azorica</i>	<i>Laurus azorica</i>	<i>Erica azorica</i>	<i>Calluna vulgaris</i>	invadida
25	Arbóreo	II	<i>Ilex azorica</i>	<i>Clethra arborea</i>			
26	Arbóreo	II	<i>Clethra arborea</i>	<i>Pittosporum undulatum</i>			invadida
27	Arbóreo	III	<i>Clethra arborea</i>				invadida
28	Arbóreo	III	<i>Clethra arborea</i>				invadida
29	Arbóreo	III					
30	Mixto	II	<i>Clethra arborea</i>				
31	Arbóreo	II					
32	Arbustivo	I	<i>Clethra arborea</i>	<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Acacia melanoxylon</i>		
33	Arbustivo	III	<i>Ilex azorica</i>	<i>Vaccinium cylandraceum</i>	<i>Laurus azorica</i>		
34	Arbustivo	II	<i>Clethra arborea</i>				invadida
35	Arbustivo	II	<i>Clethra arborea</i>				invadida
36	Arbustivo	III	<i>Ilex azorica</i>	<i>Cryptomeria japonica</i>			
37	Arbóreo	I					
38	Arbustivo	II	<i>Ilex azorica</i>	<i>Laurus azorica</i>	<i>Clethra arborea</i>		
39	Mixto	I	<i>Ilex azorica</i>	<i>Laurus azorica</i>	<i>Erica azorica</i>	<i>Morella faya</i>	
40	*	I					invadida
41	Arbustivo	III					
42	Mixto	II	<i>Ilex azorica</i>	<i>Clethra arborea</i>			
43	Mixto	II					
44	Arbustivo	III	<i>Vaccinium cylandraceum</i>	<i>Ilex azorica</i>	<i>Clethra arborea</i>		



### III.3 AJUSTE DE REGRESIÓN

Regresión Simple - Ht (m) vs. DAP (cm) - Log-X:  $Y = a + b \cdot \ln(X)$

Tabla 77 Coeficientes del análisis de regresión altura - diámetro.

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	0,881613	0,866289	1,01769	0,3170
Pendiente	1,08706	0,329624	3,29789	0,0025

Tabla 78 Análisis de varianza ANOVA para la relación altura - diámetro.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7,56309	1	7,56309	10,88	0,0025
Residuo	20,8616	30	0,695386		
Total (Corr.)	28,4247	31			

Coefficiente de Correlación = 0,515824

R-cuadrada = 26,6075 %

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 24,1611 %

Error estándar del est. = 0,833898

Error absoluto medio = 0,642812

Regresión Simple - Dcopa medio vs. DAP (cm) - Lineal:  $Y = a + b \cdot X$

Tabla 79 Coeficientes del análisis de regresión diámetro de tronco - diámetro de copa.

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	1,32687	0,374397	3,54403	0,0013
Pendiente	0,179704	0,0231937	7,74797	0,0000

Tabla 80 Análisis de varianza ANOVA para la relación diámetro de tronco - diámetro de copa.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	45,715	1	45,715	60,03	0,0000
Residuo	22,8457	30	0,761522		
Total (Corr.)	68,5607	31			

Coefficiente de Correlación = 0,816567

R-cuadrada = 66,6782 %

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 65,5675 %

Error estándar del est. = 0,872653

Error absoluto medio = 0,720128

**ANEXO IV. REGISTRO FOTOGRÁFICO**  
**IV.1 PORTE DE LA ESPECIE**



Ilustración 1 Ejemplar arbóreo de fuste recto.



Ilustración 2 Ejemplar rastrero.





Ilustración 3 Ejemplar arbustivo.



Ilustración 4 Ejemplar arbóreo de fuste tortuoso.



**IV.2 PARCELAS**

Ilustración 5 Panorámica de la parcela 10.



Ilustración 6 Panorámica de la parcela 3.





Ilustración 7 Panorámica de la parcela 6.



Ilustración 8 Panorámica de la parcela 7.





Ilustración 9 Panorámica de la parcela 8.

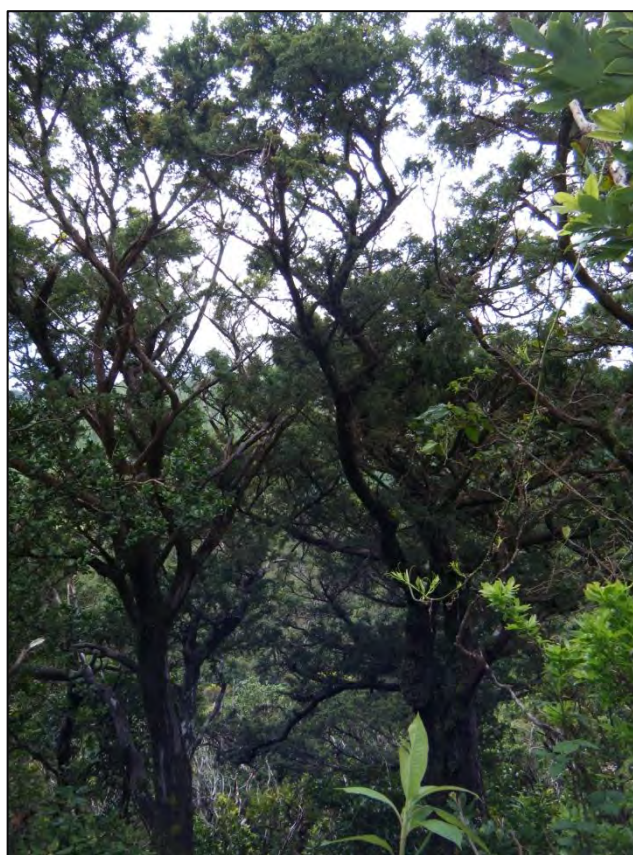


Ilustración 10 Panorámica de la parcela 4.





Ilustración 11 Panorámica de la parcela 5.



Ilustración 12 Panorámica de la parcela 1.





Ilustración 13 Panorámica de la parcela 2.



Ilustración 14 Panorámica de la parcela 9.



### IV.3 UNIDADES MUESTRALES

#### PLANALTO DOS GRAMINHAIS



Ilustración 15 Turbera con cubierta arborea de cedro do mato.



Ilustración 16 Ejemplares rastreros sobre turbera de *Sphagnum* spp.

ZONAS DE CUMBRE



Ilustración 17 Cumbre del Pico verde observado desde el Pico da Vara.



Ilustración 18 Zona de alta montaña que une el Pico da Vara con el Pico Verde.



SERRA DA TRONQUEIRA



Ilustración 19 Panorámica de la Serra da Tronqueira.



Ilustración 20 Vista de una de las laderas de la Serra da Tronqueira.



MALHADA



Ilustración 21 Panorámica de la unidad muestral de Malhada.



Ilustración 22 Panorámica de la unidad muestral de Malhada.

BARDINHO



Ilustración 23 Vista de interior del área de Bardinho.

